

DEPARTEMENT DE LA HAUTE-SAÔNE  
COMMUNE DE BOUGNON

---

ETUDE DIAGNOSTIC ET SCHEMA  
DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT

*Phase II*  
*Diagnostic / investigations de terrain*

Etude réalisée avec le concours financier de :

*L'Agence de l'Eau Rhône  
Méditerranée et Corse*



*Le Conseil Général de  
la Haute-Saône*



**Février 2011**

**Dossier n° E 2009 07 987**

## *Sommaire*

<b><i>I – Etude du milieu récepteur</i></b> .....	<b>3</b>
<b>I.1 – Qualité physico-chimique</b> .....	<b>3</b>
I.1.1 – Objectif et méthodologie.....	3
I.1.2 – Evaluation de la qualité physico-chimique des cours d'eau.....	3
I.1.3 – Résultats physico-chimiques et mesures de débits.....	6
<b>I.2 – Qualité hydrobiologique</b> .....	<b>8</b>
I.2.1 – Objectif et méthodologie.....	8
I.2.2 – Evaluation de la qualité hydrobiologique des cours d'eau.....	8
I.2.3 – Résultats hydrobiologiques.....	8
<b>I.3 – Conclusion</b> .....	<b>9</b>
<b><i>II – Diagnostic assainissement collectif</i></b> .....	<b>10</b>
<b>II.1 – Recherche d'eaux claires : inspection nocturne</b> .....	<b>10</b>
II.1.1 – Objectif et méthodologie.....	10
II.1.2 – Résultats de l'investigation.....	10
<b>II.2 – Mesures sur les réseaux</b> .....	<b>12</b>
II.2.1 – Objectif des mesures.....	12
II.2.2 – Localisation des stations de mesures.....	12
II.2.3 – Méthodologie.....	13
II.2.3.1 – Fonctionnement par temps sec.....	13
II.2.3.2 – Fonctionnement par temps de pluie.....	15
II.2.3.3 – Dispositif de mesures.....	16
II.2.4 – Résultats de la campagne de mesures.....	17
II.2.4.1 – Analyse du réseau par temps sec.....	17
II.2.4.2 – Bilan des charges et taux de collecte.....	22
II.2.4.3 – Synthèse sur le fonctionnement du réseau par temps sec.....	24
II.2.4.4 – Analyse du réseau par temps de pluie.....	25
<b>II.3 – Inspection télévisée des réseaux</b> .....	<b>29</b>
II.3.1 – Présentation des résultats.....	29
II.3.2 – Analyse des désordres mis en évidence.....	29
<b>II.4 – Diagnostic de la station d'épuration</b> .....	<b>31</b>
II.4.1 – Présentation.....	31
II.4.2 – Ouvrages de la station.....	31
II.4.2.1 – Prétraitement.....	31
II.4.2.2 – Lagunes de traitement.....	32
II.4.2.3 – Ouvrage de sortie.....	33
II.4.3 – Suivi de la station.....	34

<b>II – Diagnostic assainissement non collectif.....</b>	<b>36</b>
<b>II.1 – Rappel de la filière règlementaire.....</b>	<b>36</b>
<b>II.2 – Contraintes d’habitats .....</b>	<b>38</b>
<b>II.3 – Aptitudes des sols à l’assainissement autonome .....</b>	<b>38</b>
II.3.1 – Généralités .....	38
II.3.2 –Synthèse pédologique .....	39
II.3.3 –Conclusion.....	42
<b>II.4 – Enquêtes porte à porte.....</b>	<b>42</b>
<b>III – Gestion des eaux pluviales .....</b>	<b>43</b>
<b>III.1 – Contexte de l’étude .....</b>	<b>43</b>
<b>III.2 – Objectif de l’étude .....</b>	<b>43</b>
<b>III.3 – Rappel réglementaire .....</b>	<b>43</b>
<b>III.4 – Méthodologie de la modélisation .....</b>	<b>44</b>
II.4.1 –Etat des lieux .....	44
II.4.2 –Méthode de calcul des débits pluviaux .....	44
II.4.3 –Méthode de calcul du débit maximum admissible par le réseau.....	47
<b>III.5 – Résultats .....</b>	<b>47</b>

## I – Etude du milieu récepteur

### I.1 – Qualité physico-chimique

#### I.1.1 – Objectif et méthodologie

Cette campagne de mesures doit permettre d'apprécier la qualité et la sensibilité du milieu récepteur, d'évaluer l'incidence actuelle des rejets polluants sur le milieu naturel.

Les analyses ont portées sur les eaux brutes du ruisseau de la Scyotte en amont et aval du village (voir carte de localisation des stations en annexe 1).

Pour ce faire, 4 analyses physico-chimiques (échantillons ponctuels) ont été réalisées en période d'étiage et de moyennes eaux sur les paramètres suivants (deux campagnes) :

Paramètre	Méthode
<b>Minéralisation</b>	
Conductivité à 25°C	NF EN 27888
<b>Oxygènes et matières organiques</b>	
Oxygène dissous (O <sub>2</sub> )	NF EN 25814
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	ISO15705
Demande Biochimique en Oxygène (DBO <sub>5</sub> )	NF EN 1899-2
Matière en suspension (MES)	NF EN 872
<b>Paramètres azotés et phosphorés</b>	
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	NF T 90-015-2
Azote Kjeldahl (Nkj)	NF EN 25663
Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	NF EN ISO 10304-1
Phosphore total (Ptotal)	NF EN ISO 6878

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire IPL de MAXEVILLE et le laboratoire de chimie des eaux de l'Université de Franche Comté dans l'esprit de la procédure Assurance Qualité en vigueur (Accréditation COFRAC, agréée par le ministère chargé de l'environnement pour les paramètres analysés). Les échantillons ont été transportés aux laboratoires sous 24h dans une enceinte réfrigérée.

#### I.1.2 – Evaluation de la qualité physico-chimique des cours d'eau

Les résultats des analyses physico-chimiques sont comparés dans un premier temps à la grille de critères d'appréciation SEQ Eau permettant d'interpréter la qualité physico-chimique des cours d'eau (SEQ Eau version 2). Cette grille bien que progressivement abandonnée reste importante pour permettre la transition entre les anciens et les nouveaux repères de qualité.



**SEQ Eau V2 (qualité générale)**

	Classe de qualité SEQ Eau Version 2				
	1A	1B	2	3	4 (Hors classe)
	Très bonne	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
DBO5 (mg O <sub>2</sub> /l)	≤ 3	De 3 à 6	De 6 à 10	De 10 à 25	> 25
DCO (mg O <sub>2</sub> /l)	≤ 20	De 20 à 30	De 30 à 40	De 40 à 80	> 80
O <sub>2</sub> dissous (mg O <sub>2</sub> /l)	≥ 8	De 6 à 8	De 4 à 6	De 3 à 4	<3
Taux de saturation en O <sub>2</sub> dissous	≥ 90 %	De 70 à 90 %	De 50 à 70 %	De 30 à 50 %	<30%
MES (mg/l)	≤ 2	De 2 à 25	De 25 à 38	De 38 à 50	>50

	Situation normale <b>N0</b>	Pollution modérée <b>N1</b>	Pollution nette <b>N2</b>	Pollution importante <b>N3</b>	Pollution très importante <b>N4</b>
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/litre)	≤ 0,1	De 0,1 à 0,5	De 0,5 à 2	De 2 à 5	> 5
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/litre)	≤ 0,03	De 0,03 à 0,3	De 0,3 à 0,5	De 0,5 à 1	> 1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/litre)	≤ 2	De 2 à 10	De 10 à 25	De 25 à 50	> 50
Nkjeldahl (mg d'N/litre)	≤ 1	De 1 à 2	De 2 à 4	De 4 à 10	> 10

	Situation normale <b>P0</b>	Pollution modérée <b>P1</b>	Pollution nette <b>P2</b>	Pollution importante <b>P3</b>	Pollution très importante <b>P4</b>
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/litre)	≤ 0,1	De 0,1 à 0,5	De 0,5 à 1	De 1 à 2	> 2
Ptotal (mg/litre)	≤ 0,05	De 0,05 à 0,2	De 0,2 à 0,5	De 0,5 à 1	> 1

Depuis la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) parue en 2000, l'Union Européenne proposait une nouvelle ligne de conduite pour une nouvelle politique de gestion de l'eau. Cette directive a été transcrite en droit français par la loi du 21 avril 2004 qui fixe les objectifs d'atteinte du bon état des eaux (défini par la classe verte) pour l'année 2015. Ces objectifs de qualité repris par le SDAGE sont fixés par « masses d'eau ». Les seuils de cette nouvelle classification sont les suivants :

**Classes de qualité définissant l'état écologique des cours d'eau**  
**Selon la Directive Cadre sur l'Eau**

	Classe de qualité DCE				
	Très bon état	Bon état	Moyen	Médiocre	Mauvais
DBO5 (mg O <sub>2</sub> /l)	≤ 3	De 3 à 6	De 6 à 10	De 10 à 25	> 25
COD (mg/l de C)	≤ 5	De 5 à 7	De 7 à 10	De 10 à 15	> 15
O <sub>2</sub> dissous (mg O <sub>2</sub> /l)	≥ 8	De 6 à 8	De 4 à 6	De 3 à 4	<3
Taux de saturation en O <sub>2</sub> dissous	≥ 90 %	De 70 à 90 %	De 50 à 70 %	De 30 à 50 %	<30%
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/litre)	≤ 0,1	De 0,1 à 0,5	De 0,5 à 2	De 2 à 5	> 5
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/litre)	≤ 0,1	De 0,1 à 0,3	De 0,3 à 0,5	De 0,5 à 1	> 1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/litre)	≤ 10	De 10 à 50	>50 : bon état non atteint		
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/litre)	≤ 0,1	De 0,1 à 0,5	De 0,5 à 1	De 1 à 2	> 2
Ptotal (mg/litre)	≤ 0,05	De 0,05 à 0,2	De 0,2 à 0,5	De 0,5 à 1	> 1

## I.1.3 – Résultats physico-chimiques et mesures de débits

1<sup>ère</sup> campagne (étiage)

	unité	Station 1		Station 2	
		SEQ Eau	DCE	SEQ Eau	DCE
<b>Localisation</b>		La Scyotte		La Scyotte	
<b>Date</b>		17/06/2010		17/06/2010	
<b>Conductivité à 25 °C</b>	µS/cm	440	440	464	464
<b>Température</b>	°C	18	18	18	18
<b>Oxygène et matières organiques</b>					
<b>O<sub>2</sub> dissous</b>	mg d'O <sub>2</sub> /l	8,5	8,5	6,9	6,9
<b>DCO</b>	mg d'O <sub>2</sub> /l	21	21	20	20
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg d'O <sub>2</sub> /l	1,8	1,8	3,3	3,3
<b>MES</b>	mg/l	22	22	26	26
<b>Paramètres azotés et phosphorés</b>					
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l	0,07	0,07	0,47	0,47
<b>Nkj</b>	mg N/l	0,9	0,9	1,6	1,6
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	7,3	7,3	9,2	9,2
<b>Ptotal</b>	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /l	0,17	0,17	0,66	0,66



**2ième campagne (moyennes eaux)**

	unité	Station 1		Station 2	
		SEQ Eau	DCE	SEQ Eau	DCE
<b>Localisation</b>		La Scyotte		La Scyotte	
<b>Date</b>		14/09/2010		14/09/2010	
<b>Conductivité à 25 °C</b>	µS/cm	600	600	584	584
<b>Oxygène et matières organiques</b>					
<b>O<sub>2</sub> dissous</b>	mg d'O <sub>2</sub> /l	9,06	9,06	8,64	8,64
<b>DCO</b>	mg d'O <sub>2</sub> /l	14,3	14,3	19,2	19,2
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg d'O <sub>2</sub> /l	1,8	1,8	3	3
<b>MES</b>	mg/l	9	9	15	15
<b>Paramètres azotés et phosphorés</b>					
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l	0,08	0,08	0,09	0,09
<b>Nkj</b>	mg N/l	<1	<1	1	1
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	5,7	5,7	8,4	8,4
<b>Ptotal</b>	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /l	0,1	0,1	0,14	0,14

**Conclusions**

A l'amont du village, la qualité de l'eau a atteint le bon état physico-chimique sur l'ensemble des paramètres physico-chimique. Puis, sur la station aval ont note une baisse générale sur l'essentiel des paramètres : la matière organique (pour sa fraction biodégradable), l'oxygène dissous, l'ammonium, l'azote Kjeldalh, les nitrates, les MES ; mais c'est sur le phosphore que la dégradation est la plus probante avec un déclassement de 2 rangs qui ne permet plus à la Scyotte d'atteindre le « bon état ». L'impact de la commune est bien représentatif, mais modéré avec toutefois une nette pollution par le phosphore.

Lors de la deuxième campagne d'analyses (moyennes eaux), l'objectif de qualité de la Scyotte était atteint à l'amont comme à l'aval de la commune au vu des critères de la DCE. L'impact mis en évidence lors de la première campagne d'analyse n'est donc ressenti qu'une partie de l'année.

**Mesures de débits (en l/s) :**

	Station 1	Station 2
Dates	Rau la Scyotte	Rau la Scyotte
24/06/2010	27	26
09/07/2010	30	42
16/07/2010	14	28
14/09/2010	17	64
11/10/2010	23	48
02/11/2010	31	107

## 1.2 – Qualité hydrobiologique

### 1.2.1 – Objectif et méthodologie

L'IBGN (Indice Biologique Global Normalisé) fournit une information synthétique sur la qualité générale d'un cours d'eau au moyen d'une analyse de la macrofaune benthique (larves d'insectes essentiellement, crustacés, vers, mollusques...). Ces organismes sont considérés comme représentatifs d'une qualité globale. Cette méthode vient en complément des analyses physico-chimiques. L'IBGN ne permet pas de déterminer les causes des perturbations, mais il met en évidence leurs effets.

Le principe consiste en un échantillonnage par 8 prélèvements, selon un protocole particulier normalisé (NF T 90-350) tenant compte des différents types d'habitats présents sur la station. L'identification des individus permet d'établir la liste faunistique de chaque station et de déterminer la note de l'IBGN (sur 20) en fonction de la variété taxinomique totale ( $\Sigma T$ , parmi 152 taxons) et du groupe faunistique indicateur (GI, de 1 à 9) : taxon prélevé le plus polluosensible (parmi 38 taxons) : voir le tableau à double entrée en annexe 2.

### 1.2.2 – Evaluation de la qualité hydrobiologique des cours d'eau

De la même façon que pour la physico-chimie, une nouvelle classification a été établie au titre de la DCE. Ainsi, 5 classes permettent de caractériser l'Indice Biologique Global Normalisé. Les seuils de ces classes varient par hydro-écorégion. Dans le cas des stations prélevées sur la commune de BOUGNON, seule l'hydroécorégion « Côtes Calcaires Est » est concernée. La taille du cours d'eau est déterminée en fonction de l'ordination de Strahler.

#### Evaluation de la qualité hydrobiologique des cours d'eau pour l'hydro-écorégion « Côtes calcaires Est » :

<b>IBGN hydro-écorégion « Côtes calcaires Est »</b>	<b>Bo</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>B4</b>
	<b>Très bonne</b>	<b>Bonne</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Mauvaise</b>	<b>Très mauvaise</b>
<b>Très petits et Petits cours d'eau</b>	<b>15</b>	<b>15 à 13</b>	<b>13 à 9</b>	<b>9 à 6</b>	<b>&lt; 6</b>
<b>Cours d'eau moyen et Grands</b>	<b>16</b>	<b>16 à 14</b>	<b>14 à 10</b>	<b>10 à 6</b>	<b>&lt; 6</b>

### 1.2.3 – Résultats hydrobiologiques

Les prélèvements ont été effectués au cours d'une seule campagne en période de condition hydrologique stable, sur les stations n°1 et n°2.



Cours d'eau	Station	Date	Variété taxonomique	Taxon(s) du Groupe Faunistique Indicateur (GFI)	Groupe Faunistique Indicateur (GFI)	IBGN (/20)
La Scyotte	Station 1	18/06/2010	26	<i>Leptophlebiidae</i>	7	14
La Scyotte	Station 2	18/06/2010	33	<i>Leptophlebiidae</i>	7	16

\*L'ensemble des résultats (listes faunistiques) est détaillé en annexe 3.

## Conclusions

### Station n°1

La Scyotte en amont de BOUGNON présente une bonne qualité biologique en raison d'un peuplement d'invertébrés moyennement diversifié et de la présence de taxons sensibles. Ce résultat traduit un milieu assez riche en habitats pour la faune aquatique et une eau de bonne qualité vis-à-vis des matières organiques.

### Station n°2

La Scyotte en aval de BOUGNON présente une bonne qualité biologique en raison d'un peuplement d'invertébrés diversifié et de la présence de taxons sensibles. Ce résultat traduit un milieu riche en habitats pour la faune aquatique et une eau de bonne qualité vis-à-vis des matières organiques.

## 1.3 – Conclusion

Le nouveau SDAGE classe donc les rivières par masses d'eau avec pour chacune d'entre elle les objectifs d'atteinte du bon état :

Ruisseau	Année d'atteinte du bon état : qualité bonne	
	Ecologique	Chimique
Ruisseau la Scyotte	2015	2015

Les résultats physico-chimiques et biologiques obtenus montrent que le ruisseau de la Scyotte est peu sensible à une pollution organique provenant de la commune. L'impact des rejets de la commune sur le ruisseau est bien existant mais modéré et ne se ressent qu'une partie de l'année (en période d'étiage).

Selon les critères de Directive Cadre sur l'Eau, le ruisseau de la Scyotte à l'aval immédiat de la commune, atteint le **bon état écologique** qu'une partie de l'année.



## **II – Diagnostic assainissement collectif**

### ***II.1 – Recherche d'eaux claires : inspection nocturne***

#### **II.1.1 – Objectif et méthodologie**

Une inspection nocturne des réseaux a été réalisée dans la nuit du 17 au 18 janvier 2011 entre minuit et cinq heures du matin.

Cette investigation permet de localiser les éventuelles arrivées d'eau claires parasites en absence de rejets d'eau usées. Cette observation a été réalisée par temps sec et en période de nappe haute.

L'inspection nocturne s'est déroulée par bassins versants de l'aval vers l'amont.

Lors de ces visites, les débits ont été mesurés, à l'aide d'un débitmètre à effet Doppler mesurant simultanément la hauteur de la lame d'eau, ainsi que la vitesse. Connaissant le diamètre de la canalisation, l'appareil calcul ensuite automatiquement le débit.

Au niveau des rejets, la mesure de débit a été réalisée par empotage à l'aide d'un saut gradué et d'un chronomètre.

#### **II.1.2 – Résultats de l'investigation**

Les différents points de mesures sont présentés sur la carte en annexe n°4.

Les apports parasites sur la commune de BOUGNON proviennent essentiellement des secteurs suivant et s'élevaient au total le 18 janvier 2011 :

- à 136 m<sup>3</sup>/j sur le collecteur traversant les propriétés privées de la rue d'AUXON, réseau reprenant de nombreux fossés de drainage ;
- à 13 m<sup>3</sup>/j dans la rue de la Marnière (secteur présentant des anciennes sources et étangs actuellement drainés) ;
- à environ 15,6 m<sup>3</sup>/j dans la rue du Moulin ;
- à 8,6 m<sup>3</sup>/j à l'aval de la rue de l'école et de la Frôterie ;
- à 6,9 m<sup>3</sup>/j sur le réseaux strict d'eaux usées de la rue du Parc.

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats de la recherche d'eaux claires parasites.

N° de regard	Ø mm	Débit	
		l/s	m³/j
E2 vers E3	400	0,18	15,6
E2 vers E2.1	300	Ecoulement non mesurable	
A7 vers K6	600	0	0
A7 vers P3	400	2,00	172,8
P3 vers P5	400	Ecoulement non mesurable	
P3 vers P2	500	Ecoulement non mesurable	
P8 vers Q3	300	Léger écoulement	
P8 vers P9	300	Léger écoulement	
M1 vers M2	500	1,58	136,5
M1 vers M2	150	0	0
K3	300	0,10	8,6
L2 vers grille	200	Suintement non mesurable	
L2 vers L3	400	0,02	1,7
N6 vers N7	200	Léger suintement	
N6 vers N5	400	0,15	13,0
M3 vers M10	300	Léger suintement	
M3 vers M4	300	0,04	3,5
N3	300	Léger écoulement	
O11	300	0,001	0,1
E9	400	Très léger suintement	
E4 vers branchement	200	Léger écoulement	
E4 vers E5	300	0,06	5,2
D2 vers D10	200	0,08	6,9
D2 vers D3	200	0	0
D11 vers D12	200	Léger écoulement	
D11 vers D11.1	200	0	0
R1	200	0	0

## **II.2 – Mesures sur les réseaux**

### **II.2.1 – Objectif des mesures**

L'objectif principal de cette campagne de mesures est de quantifier les volumes transités dans les collecteurs et d'en mesurer la concentration dans le but de mieux appréhender le fonctionnement du réseau. Un certain nombre de paramètres de fonctionnement du réseau peut ainsi être déterminé :

- les volumes collectés,
- les flux polluants,
- le taux de collecte en rapport avec le volume ou la charge théorique,
- les volumes d'Eaux Claires Parasites collectées (ECP) avec leur sectorisation par bassin versant,
- les surfaces actives collectées par temps de pluie et leur conséquence sur le fonctionnement des réseaux (réseaux unitaire ou séparatif), ainsi que sur le milieu récepteur (La Saône).

Un réseau d'assainissement a pour vocation :

- **de collecter** les effluents engendrés par l'activité domestique et industrielle,
- **de transférer** la pollution collectée vers un ouvrage d'épuration, chargé de traiter avant rejet dans le milieu naturel,

Cette double fonction doit être assurée avec un minimum :

- **de pertes** (mauvais branchements, fosses septiques, etc...)
- **de dilution** par des eaux claires parasites (eaux de nappe, de rivière, de fuite du réseau d'eau potable, etc...)

### **II.2.2 – Localisation des stations de mesures**

Le programme d'étude prévoyait 4 mesures de débits en continu. Ces 4 points de mesures sont localisés sur le plan en annexe 5. Elles se sont déroulées du 31 août au 24 septembre 2010 pour les points 1 et 2 et du 17 février au 02 mars pour les points 3 et 4.

N° Point	Localisation	Réseau	Consommation d'eau potable	Population théorique raccordée	Rejet théorique d'eaux usées
1	Regard E2	Collecteur Ø 400 mm	120 l/j/hab	63 habitants	7,50 m³/j
2	Regard A5	Collecteur Ø 500 mm	120 l/j/hab	377 habitants	45,24 m³/j
3	Rejet P1	Collecteur Ø 500 mm	120 l/j/hab	165 habitants	19,80 m³/j
4	Regard P6	Collecteur Ø 400 mm	120 l/j/hab	73 habitants	8,70 m³/j

## II.2.3 – Méthodologie

### II.2.3.1 – Fonctionnement par temps sec

Les mesures de temps sec (volumes et charges de pollution) permettent de mettre en évidence les dysfonctionnements des réseaux en repérant les anomalies de fonctionnement par rapport à une situation théorique type. On peut notamment détecter un fonctionnement de déversoir d'orage par temps sec, repérer un déversement anormal dans les réseaux, quantifier et sectoriser les entrées d'eaux claires parasites, calculer la charge polluante collectée et le nombre d'Equivalents Habitants théoriques...

A partir des débits enregistrés, on analyse les journées de temps sec pour en faire ressortir une moyenne correspondant à une journée type (débits minimums et maximums instantanés, volume horaire transité). Dans un premier temps, les périodes pluvieuses sont donc exclues pour établir ce bilan.

#### Détermination des ECP (Eaux Claires Parasites)

Le volume d'eaux claires parasites permanentes (ECPP) peut être évalué selon trois méthodes différentes :

##### *Première approche :*

Les effluents nocturnes étant peu chargés, on suppose le débit des eaux claires parasites égal au débit minimum de nuit.

$$V_{ECPP} = \text{minima nocturne}$$

##### *Deuxième approche :*

Par différence entre le volume théorique d'eau consommé (voir estimation en phase 1 ou par le nombre d'habitants x 150l/j/hab) et le volume d'eaux usées mesuré

$$V_{ECPP} = V_{TOTAL} - V_{théorique}$$

**Troisième approche :**

A partir des analyses réalisées sur les échantillons prélevés, les concentrations moyennes journalières de chaque paramètre (**Cmes**) permettent de calculer la charge en multipliant les par le volume journalier mesuré (**Vmes**). : **charge = Cmes x Vmes**

Cette charge mesurée reste constante quelle que soit la dilution des effluents par les eaux parasites. Ainsi, on peut en déduire que la charge théorique est égale à la charge mesurée, soit l'égalité :

$$\text{charge} = \text{Cmes} \times \text{Vmes} = \text{Cthéo} \times \text{Vthéo}$$

On en déduit alors le coefficient de dilution, d :

$$d = \text{Cthéo} / \text{Cmes} = \text{Vmes} / \text{Vthéo}$$

**(on utilise les concentrations pour calculer)**

D'où le volume d'eaux claires parasites, VCEPP :

$$V_{\text{ECPP}} = V_{\text{mes}} \times \frac{(d - 1)}{d}$$

**Détermination du taux de dilution :**

$$\text{Taux de dilution} = (V_{\text{TOTAL}} - V_{\text{ECPP}}) / V_{\text{ECPP}} \times 100$$

$V_{\text{ECPP}}$  : Volume 24 H moyen d'eaux parasites

$V_{\text{TOTAL}}$  : Volume 24 H moyen de la période de mesure du débit en continu.

$V_{\text{TOTAL}} - V_{\text{ECPP}}$  = Volume eaux usées écoulé

**Détermination du taux de collecte à partir des volumes :**

$$\text{Taux de raccordement} = \frac{(V_{\text{TOTAL}} - V_{\text{ECPP}})}{V_{\text{théorique}}} \times 100$$

Le calcul des taux résulte de comparaisons entre des valeurs théoriques et des valeurs mesurées. Il conviendra de les interpréter comme des ordres de grandeur et non comme des valeurs absolues.

La qualité du raccordement est alors évaluée sous la forme d'une fourchette de raccordement ayant la signification suivante :

Supérieur à 80 %	Très bon
70 – 80 %	Bon
60 – 70 %	Moyen
50 – 60 %	Médiocre
40 – 50 %	Mauvais
Inférieur à 40 %	Très mauvais

**Détermination des flux polluants :**

Ce bilan consiste pour chaque point de mesure, à partir des mesures de débits et des prélèvements réalisés, à pouvoir évaluer la charge polluante en DCO, DBO<sub>5</sub>, MEST, NTK, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> et Ptotal et à estimer le nombre d'équivalents habitants auxquels correspondent ces charges d'après les ratios suivants:

<b>DBO<sub>5</sub></b> : Demande Biochimique en Oxygène sur 5 jours (en g d'O <sub>2</sub> /J/EH)	50
<b>DCO</b> : Demande Chimique en Oxygène (en g d'O <sub>2</sub> /J/EH)	120
<b>NtK</b> : Azote Kjeldahl (azote réduit en g-N/J/EH)	12
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b> : Azote ammoniacal g- NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /J/EH	10
<b>Pt</b> : Phosphore total (en g-P/j/EH)	2
<b>MES</b> : Matières En Suspension (en g/J/EH)	60

Charges prises en compte pour 1 EH en secteur rural (d'après guide de l'Agence de l'Eau)

Les flux polluants véhiculés par les réseaux d'assainissement sont calculés en faisant le produit des volumes écoulés par la concentration des effluents.

$$\text{Flux de pollution} = Q_{\text{moyen}} \text{ journalier} \times \text{Concentration (voir méthode de prélèvement)}$$

Les taux de collecte sont évalués en faisant le rapport entre le flux de pollution et les ratios de rejet :

$$\text{Taux de collecte} = \text{flux de pollution (kg/j)} / \text{ratio de rejet (kg/}$$

**II.2.3.2 – Fonctionnement par temps de pluie**

En parallèle des mesures de débits, un pluviomètre a été installé sur le secteur d'étude. Il s'agit d'un pluviomètre à auget basculant avec enregistreur autonome.

L'analyse par temps de pluie porte à la fois sur les réseaux unitaires et sur les réseaux séparatifs. Il s'agit lors de cette analyse de mettre en évidence et de quantifier les surcharges hydrauliques dans les réseaux en fonction de l'intensité pluviales enregistrée. Le volume d'eaux pluviales drainé est alors calculé par différence avec le volume enregistré par temps sec (journée moyenne type reconstituée) et cela jusqu'à la fin de la pluie et ressuyage des réseaux.

L'analyse est la suivante :

- 1-Calcul du débit théorique de temps sec sur la durée de la pluie et jusqu'au ressuyage,
- 2-Mesure du débit de temps de pluie, pendant la durée de la pluie et après ressuyage immédiat,
- 3-Calcul du volume imputable à la pluie par différence,
- 4-Détermination de la surface active liée à cette pluie par la formule suivante :

$$V = H \times C \times A - b$$

- \* V représente le volume pluvial collecté,
- \* H représente la hauteur de l'averse,
- \* C x A représente la surface active, coefficient d'imperméabilisation x surface réelle du bassin versant collecté,



\* b représente le coefficient de calage correspondant à la dispersion des pluies, dépendant des conditions d'humidité des sols,

Il est à noter que les épisodes pluvieux d'une intensité importante et brève sont les plus exploitables.

### II.2.3.3 – Dispositif de mesures

#### Méthodologie des mesures de débits :

Les débits ont été mesurés en continu par la mise en place sur le collecteur, d'un déversoir à paroi mince muni d'une échancrure triangulaire et d'un débitmètre « bulle à bulle » mesurant la hauteur d'eau. Le débitmètre converti la contre-pression nécessaire au maintien du bullage régulier en hauteur d'eau, puis en débit en fonction de la forme de l'échancrure du déversoir (formule de Kindsvater-Carter). Les informations sont stockées en mémoire sur toute la durée de la mesure.

#### Méthodologie des mesures de pollution :

*Bilan sur 24h :*

Un préleveur automatique est programmé sur 24 heures pour prélever des échantillons asservis au débit (environ 160 prélèvements sur 24 h). A l'issue du prélèvement, un échantillon moyen journalier est ainsi confectionné, et représente la concentration des effluents moyens d'une journée pour les différents paramètres analysés.

L'échantillon est ensuite envoyé au laboratoire pour y être analysé sur les paramètres suivants, selon les normes en vigueur :

Déterminations	Méthodes
<b>Paramètres Physico-chimiques</b>	
Azote Ammoniacal, $\text{NH}_4^+$	NF T 90-015-2
Azote Kjeldahl (azote organique + azote ammoniacal), NTK	NF EN 25663
Demande biochimique en oxygène (5 jours), $\text{DBO}_5$	NF EN 1899-1
Demande chimique en oxygène, DCO	NF T 90-101
Matière en suspension, MeS	NF EN 872
Phosphore total, Ptotal	NF EN 1189

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire de chimie des eaux de l'Université de Franche Comté. Les échantillons ont été conservés dans une enceinte réfrigérée puis transportés au laboratoire (agrément du Ministère de l'Environnement, accrédité COFRAC et certifiées ISO 9001).

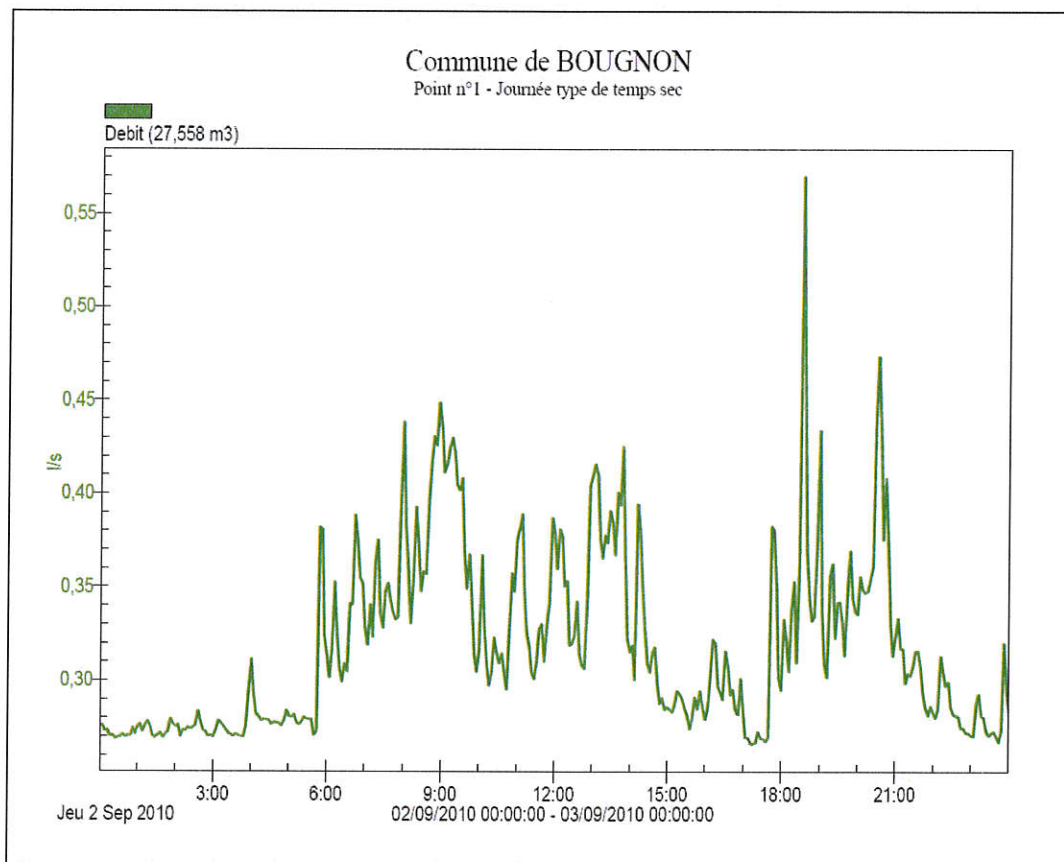
## II.2.4 – Résultats de la campagne de mesures

### II.2.4.1 – Analyse du réseau par temps sec

Les courbes de débits (en m<sup>3</sup>/h) sont détaillées en annexe 6 pour chacun des points pour l'ensemble de la période de mesure.

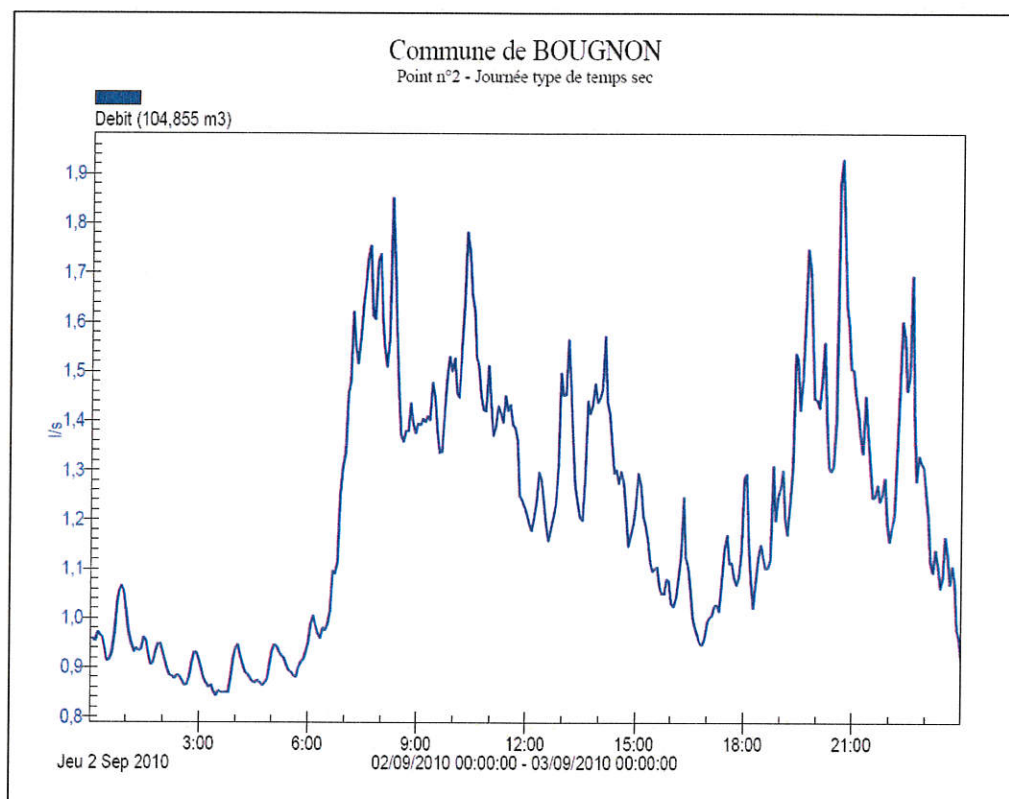
Point de mesure n°1 Du 02/09/10 00h00 au 03/09/10 00h00 Synthèse d'une journée type	
Débit minimum	0,275 l/s
Débit maximum	0,605 l/s
Débit moyen	0,319 l/s
Volume total mesuré	27,56 m <sup>3</sup>

Le graphique suivant représente les débits enregistrés du point de mesure n°1, sur la journée type retenue du 02 septembre 2010 :



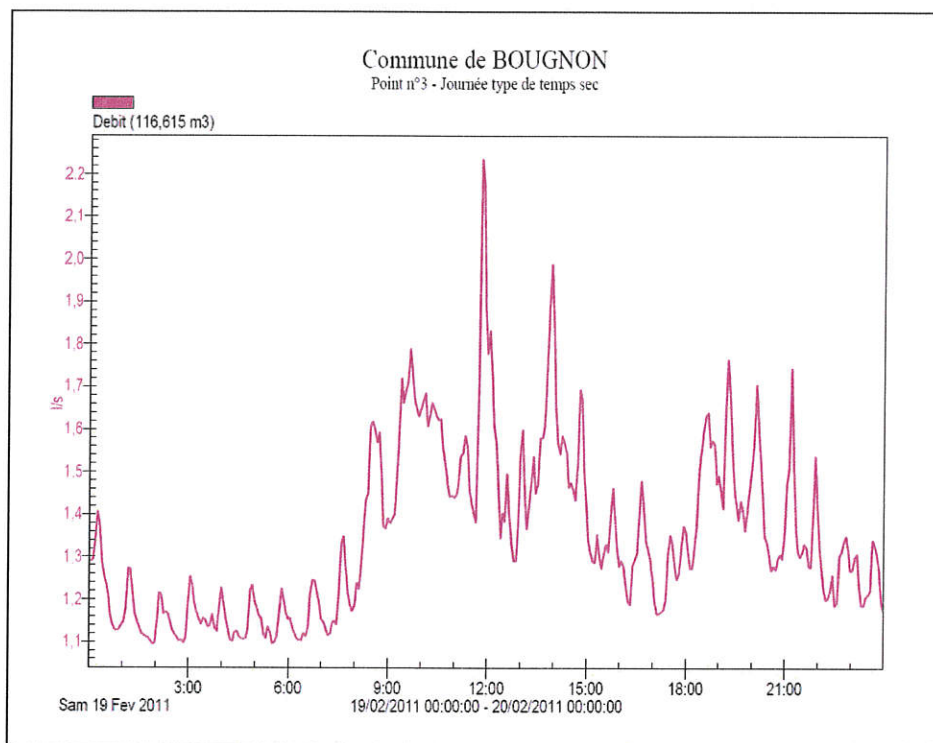
<b>Point de mesure n°2</b>	
<b>Du 02/09/10 00h00 au 03/09/10 00h00</b>	
<b>Synthèse d'une journée type</b>	
Débit minimum	0,900 l/s
Débit maximum	1,980 l/s
Débit moyen	1,210 l/s
Volume total mesuré	104,86 m <sup>3</sup>

Le graphique suivant représente les débits enregistrés du point de mesure n°2, sur la journée type retenue du 02 septembre 2010 :



<b>Point de mesure n°3</b>	
<b>Du 19/02/11 00h00 au 20/09/10 00h00</b>	
<b>Synthèse d'une journée type</b>	
Débit minimum	1,150 l/s
Débit maximum	2,290 l/s
Débit moyen	1,350 l/s
Volume total mesuré	116,62 m <sup>3</sup>

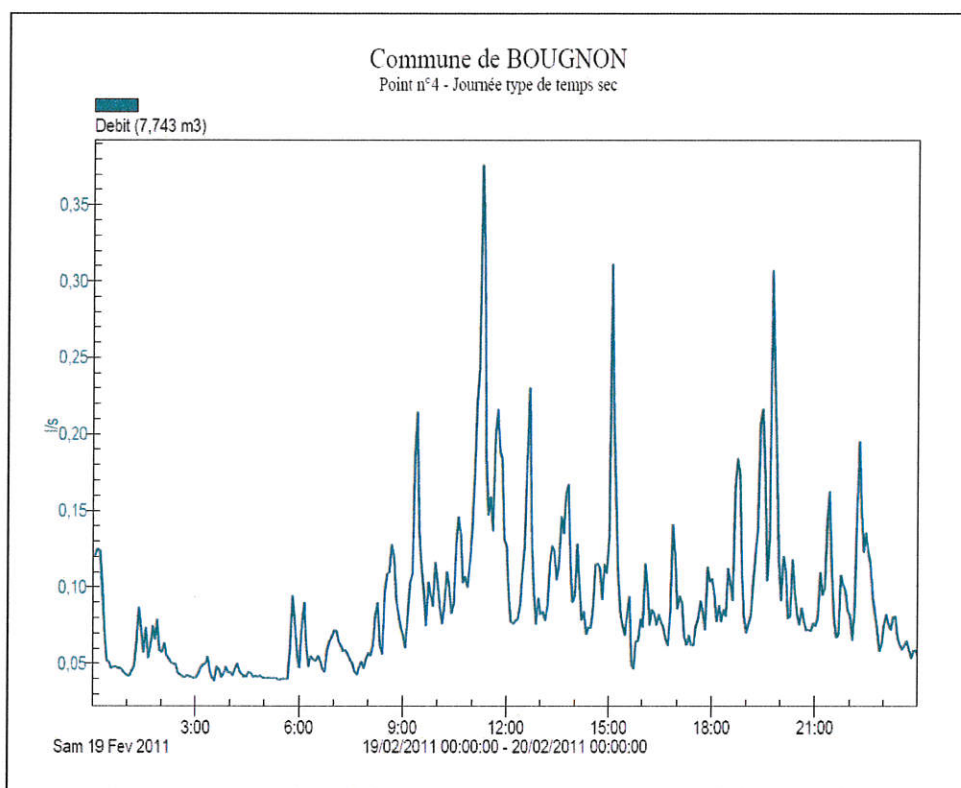
Le graphique suivant représente les débits enregistrés du point de mesure n°3, sur la journée type retenue du 19 février 2011 :



<b>Point de mesure n°4</b>	
<b>Du 19/02/11 00h00 au 20/09/10 00h00</b>	
<b>Synthèse d'une journée type</b>	
Débit minimum	0,050 l/s
Débit maximum	0,513 l/s
Débit moyen	0,090 l/s
Volume total mesuré	7,74 m <sup>3</sup>

Le graphique suivant représente les débits enregistrés du point de mesure n°4, sur la journée type retenue du 19 février 2011 :





### Détermination des Eaux Claires Parasites et des paramètres de fonctionnement :

#### *Première approche : minimas nocturnes*

Point de mesure	Nombre d'habitants raccordés	Volume total mesuré (m3/j)	Volume ECP (m3/j)	Volume EU calculé (m3/j)	Taux de dilution	Part d'ECP dans l'effluent	Taux de collecte (volume)
1	63	27,56	23,76	3,80	626%	86%	51%
2	377	104,86	77,76	27,10	287%	74%	60%
3	165	116,62	99,36	17,26	576%	85%	87%
4	73	7,74	4,32	3,42	126%	56%	39%

#### *Deuxième approche : Comparaison aux volumes théoriques*

Point de mesure	Nombre d'habitants raccordés	Rejets domestiques théoriques		Volume total mesuré (m <sup>3</sup> /j)	Taux de dilution %	Volume ECP (m <sup>3</sup> /j)	Part d'ECP dans l'effluent
		m <sup>3</sup> /j	l/hab/j				
1	63	7,50	120	27,56	267%	20,06	73%
2	377	45,24	120	104,86	132%	59,62	57%
3	165	19,80	120	116,62	489%	96,82	83%
4	73	8,70	120	7,74	-11%	-0,96	-12%

\* en jaune valeurs non retenues - les nombres négatifs indiquent que les volumes enregistrés sont inférieures aux consommations théoriques du bassin versant collecté sur la base des consommations d'eau potable.

### **Commentaires :**

Les mesures au point n°1 fond apparaître un taux de dilution des eaux usées calculé entre 267 % et 626 %, soit un volume moyen d'ECP de 22 m<sup>3</sup>/j. Ces résultats confirment les ECP mesurées lors de l'inspection nocturne.

Au point n°2, la part d'eaux claires parasites représente en moyenne 65% du volume écoulé soit 69 m<sup>3</sup>/j. Le taux de dilution varie de 132% à 287% suivant la méthode employée.

La somme entre le point n°1 et point n°2 permettent d'estimer approximativement les volumes totaux écoulés sur la commune. On peut donc en déduire que les réseaux de la commune collecte au minimum un volume d'eaux claires de 91 m<sup>3</sup>/j (part d'ECP supérieure à 70%). En comparant les résultats des mesures du point n°2 avec celles des points 3 et 4, on remarque que les volumes écoulés sont plus importants. Ceci s'explique par le fait que les mesures n'ont pas été réalisées à la même période : les points 3 et 4 par temps sec nappe haute tandis que le point 2 par temps sec nappe basse.

Sur le bassin versant situé en amont du point de mesure n°3, le taux de dilution est de l'ordre de 500%. La part d'ECP atteint 84% du volume écoulé soit environ 99 m<sup>3</sup>/j. On constate que l'essentiel des eaux claires parasites proviennent de ce bassin versant. Le taux de collecte volumique est satisfaisant.

Au point de mesure n°4, le taux de dilution atteint 126 % (soit 4 m<sup>3</sup>/j d'ECP) avec un taux de collecte mauvais de 39%.

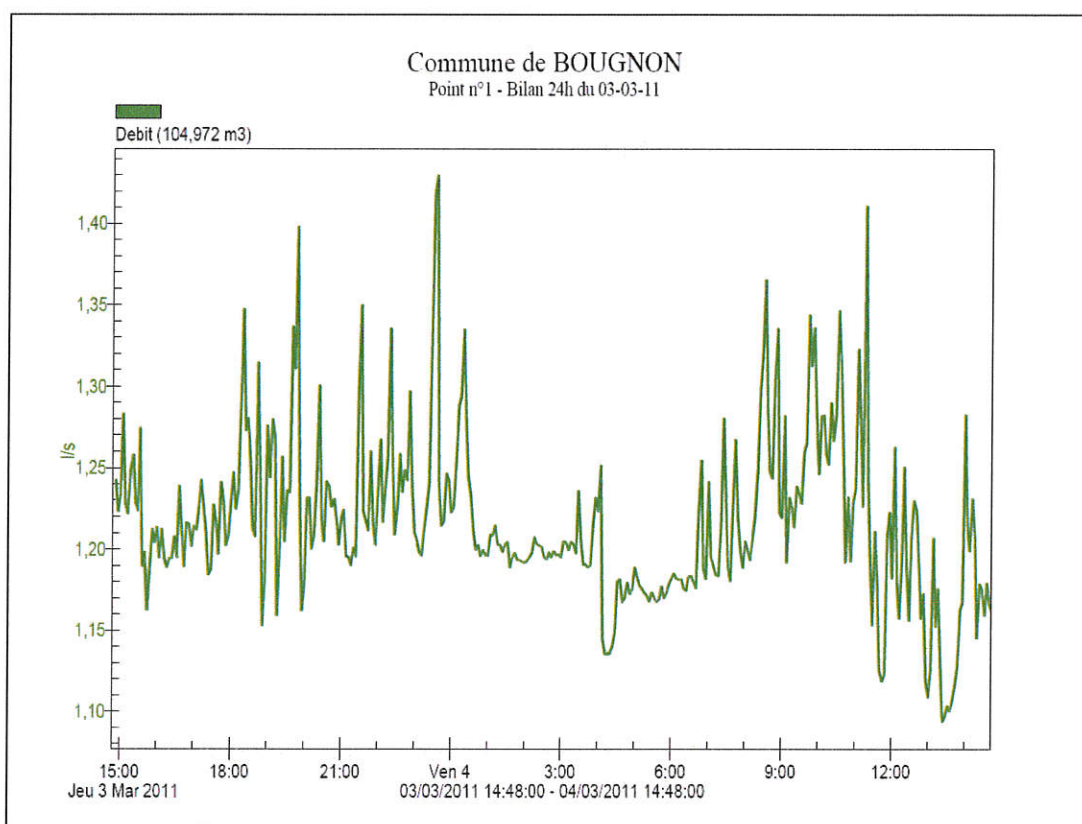
Ces eaux claires parasites sont acceptables dans le réseau de collecte dans une certaine mesure. En excès, elles nuisent au bon fonctionnement d'un traitement en station d'épuration par l'apport d'eaux trop diluées et d'une charge hydraulique trop importante. En l'occurrence, le taux de dilution observé est acceptable pour un traitement de type lagunage. Ce taux est toutefois dans la limite haute acceptable pour ce type de traitement.



## II.2.4.2 – Bilan des charges et taux de collecte

### Point n°1 :

Le volume journalier écoulé durant la mesure est de 104,97 m<sup>3</sup>/j, soit en moyenne 4,37 m<sup>3</sup>/h. La population théorique raccordée à ce point de mesure a été estimée à 63 habitants.



La charge journalière collectée est donc la suivante :

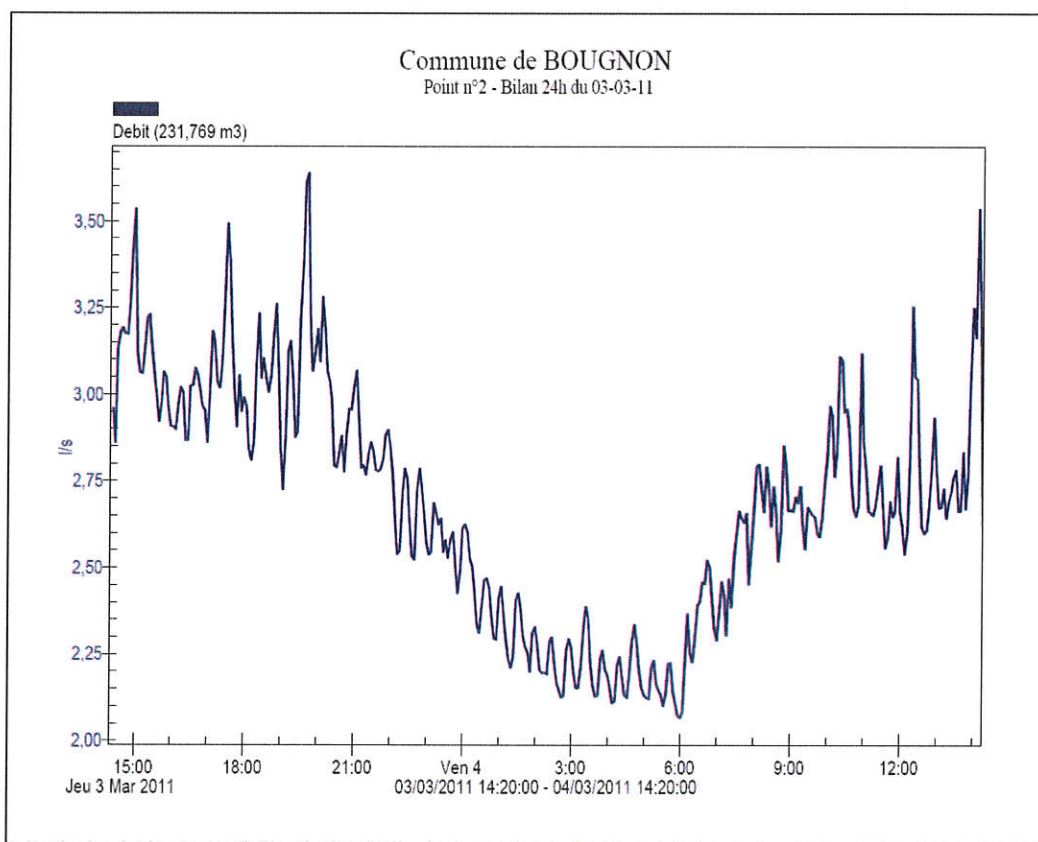
Paramètres	Concentration en mg/l de l'échantillon moyen 24h	Flux de pollution en kg/J	Charge en Equivalents Habitants	Taux de collecte (charge)
DCO	71	7,45	62	99%
DBO <sub>5</sub>	34	3,57	71	114%
MEST	37	3,88	65	104%
NTK	11	1,15	96	154%
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	7,7	0,81	81	129%
Ptot	1,25	0,13	66	105%

<b>Moyenne</b>	73	118%
----------------	----	------

Le taux de collecte moyen estimé à partir de la charge est de 118 % avec une moyenne de 73 EH analysés. Les taux de collecte sont bien représentatifs d'une pollution domestique, ils sont très satisfaisant, signe d'une bonne collecte assurée par les réseaux.

**Point n°2 :**

Le volume journalier écoulé durant la mesure est de 231,77 m<sup>3</sup>/j, soit en moyenne 9,66 m<sup>3</sup>/h. La population théorique raccordée à ce point de mesure a été estimée à 377 habitants.



La charge journalière collectée est donc la suivante :

Paramètres	Concentration en mg/l de l'échantillon moyen 24h	Flux de pollution en kg/J	Charge en Equivalents Habitants	Taux de collecte (charge)
<b>DCO</b>	225	52,15	435	115%
<b>DBO<sub>5</sub></b>	96	22,25	445	118%
<b>MEST</b>	130	30,13	502	133%
<b>NTK</b>	20	4,64	386	102%
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	12	2,78	278	74%
<b>Ptot</b>	2,92	0,68	338	90%
<b>Moyenne</b>			397	105%

Les analyses réalisées sur ce point de rejet démontrent que 397 EH (charge moyenne), soit 105 % de la charge polluante théorique est collectée. Le taux de collecte est très satisfaisant, signe d'une bonne collecte assurée par les réseaux.

**Détermination des Eaux Claires Parasites et des paramètres de fonctionnement :****Troisième approche : Dilution des flux journaliers**

Point de mesure	Concentration mesurée en mg/l						Coefficient de dilution et taux de dilution											
	DCO	DBO <sub>5</sub>	MEST	NTK	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ptot	DCO		DBO <sub>5</sub>		MEST		NTK		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		Ptot	
							d	Tx	d	Tx	d	Tx	d	Tx	d	Tx	d	Tx
1	71	34	37	11,0	7,7	1,25	14,08	1308	12,25	1125	13,51	1251	9,09	809	10,82	982	13,33	1233
2	225	96	130	20,0	12,0	2,92	4,44	344	4,34	334	3,85	285	5,00	400	6,94	594	5,71	471

Point de mesure	Volume mesuré en m <sup>3</sup> /j	Valeur retenue pour d	Volume d'ECPP en m <sup>3</sup> /j	Part d'ECPP en m <sup>3</sup> /j	Taux de dilution
1	104,97	12,18	96,36	92%	1118%
2	231,77	5,05	185,85	80%	405%

Par la méthode des flux polluants, la part d'ECP au point de mesure 1 s'élève à environ 96 m<sup>3</sup>/j, elle représente en moyenne 92 % du volume collecté, soit un taux de dilution global moyen de 1 118 %.

Au point de mesure n°2, le volume d'eaux claires est d'environ 186 m<sup>3</sup>/j, ce qui représente un taux de dilution de 405%.

Ces résultats diffèrent de ceux obtenus lors des mesures en continu. Cette différence s'explique par le fait que les mesures en continu sur les points 1 et 2 ont été réalisées en période où la nappe était plus basse. Les bilans pollution ont été réalisés en période de ressuyage des sols après une période pluvieuse importante la dernière semaine de février.

**II.2.4.3 – Synthèse sur le fonctionnement du réseau par temps****sec****Synthèse des ECP suivant les 3 méthodes d'approche**

Point de mesure	Volume journalier d'ECPP estimé (m <sup>3</sup> /j) <i>Première approche</i>	Volume journalier d'ECPP estimé (m <sup>3</sup> /j) <i>Deuxième approche</i>	Volume journalier d'ECPP estimé (m <sup>3</sup> /j) <i>Troisième approche</i>	Volume journalier d'ECPP retenu (m <sup>3</sup> /j)
1	23,8 (nappe basse)	20,06 (nappe basse)	96,36 (nappe haute)	22 (nappe basse) 96 (nappe haute)
2	77,8 (nappe basse)	59,62 (nappe basse)	185,85 (nappe haute)	69 (nappe basse) 186 (nappe haute)
3	99,4	96,82	-	99 (nappe haute)
4	4,3	-0,96	-	4 (nappe haute)



### II.2.4.4 – Analyse du réseau par temps de pluie

La campagne de mesures c'est donc poursuivi jusqu'à l'enregistrement de plusieurs épisodes pluvieux significatifs. Les journées de pluie les plus représentatives ont été retenues pour chaque point de mesure. Les débits enregistrés pour chaque point sont les suivants :

		Point n°1		Point n°2	
P L U I E	Date	06, 07 et 08 - sept	12-sept	06, 07 et 08 - sept	12-sept
	Intensité cumulée (mm)	12,2 en 36 heures	6,4 en 4h	12,2 en 36 heures	6,4 en 4h
Volume total mesuré (m <sup>3</sup> )		207,12	139,44	908,19	620,86
Volume type de temps sec sur le même intervalle (m <sup>3</sup> )		82,7	27,6	314,6	104,9
Volume de l'impluvium (m <sup>3</sup> )		124,45	111,88	593,63	516,00
Surface active (m <sup>2</sup> )		10200,7	17481,6	48657,9	80625,5
Surface active moyenne (m <sup>2</sup> )		13841		64642	

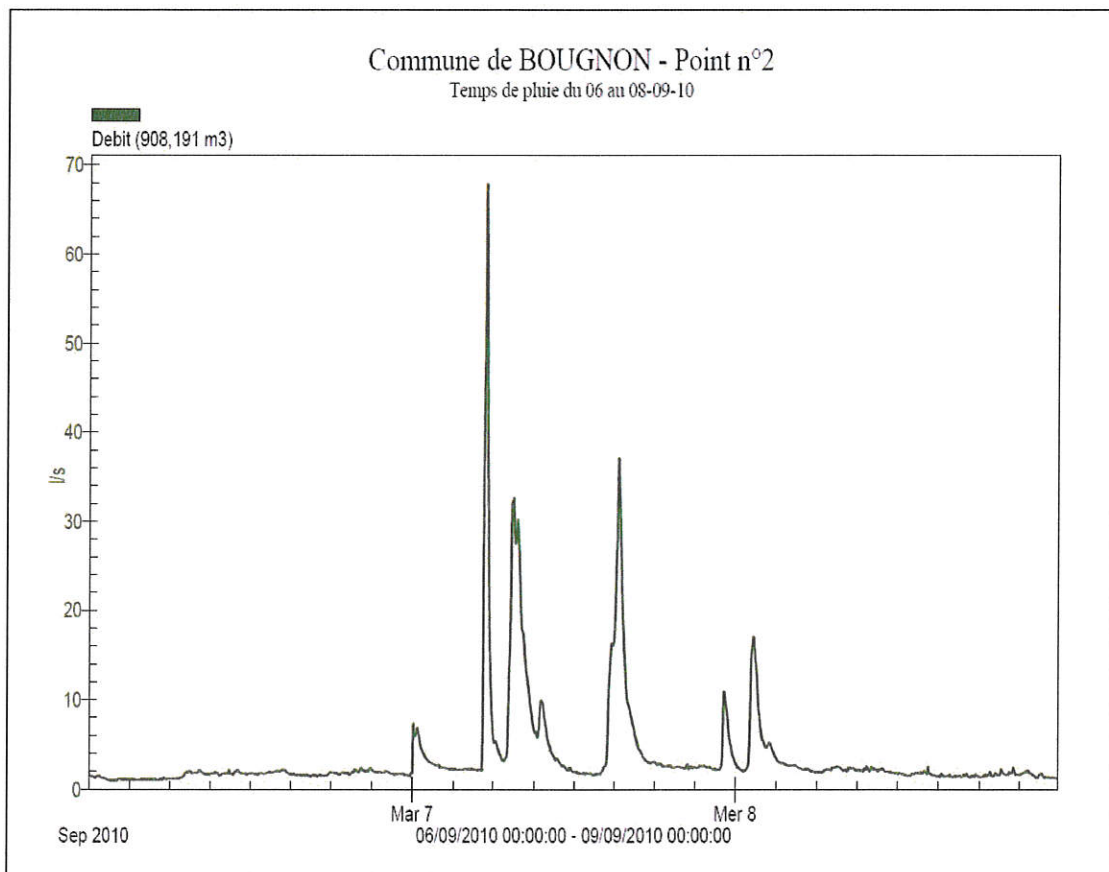
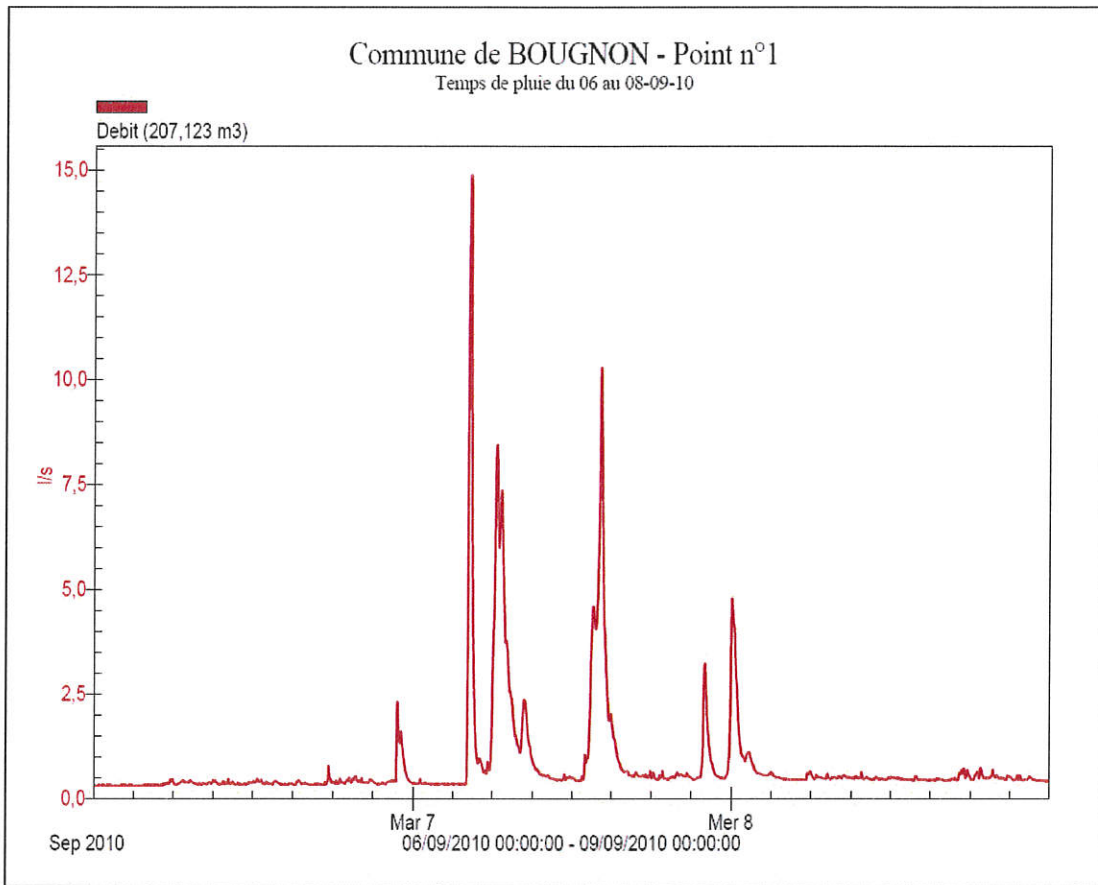
		Point n°3			Point n°4		
P L U I E	Date	20 et 21 - févr	24 et 25 - févr	26 et 27 - févr	20 et 21 - févr	24 et 25 - févr	26 et 27 - févr
	Intensité cumulée (mm)	10,8 en 29h	8,4 en 15h	19,4 en 2 jours	10,8 en 29h	8,4 en 15h	19,4 en 2 jours
Volume total mesuré (m <sup>3</sup> )		1171,04	1156,51	2781,22	151,77	170,08	445,26
Volume type de temps sec sur le même intervalle (m <sup>3</sup> )		349,8	233,2	233,2	23,2	15,5	15,5
Volume de l'impluvium (m <sup>3</sup> )		821,20	923,28	2547,99	128,54	154,59	429,77
Surface active (m <sup>2</sup> )		76036,6	109913,7	131339,8	11902,1	18403,8	22153,1
Surface active moyenne (m <sup>2</sup> )		105763			17486		

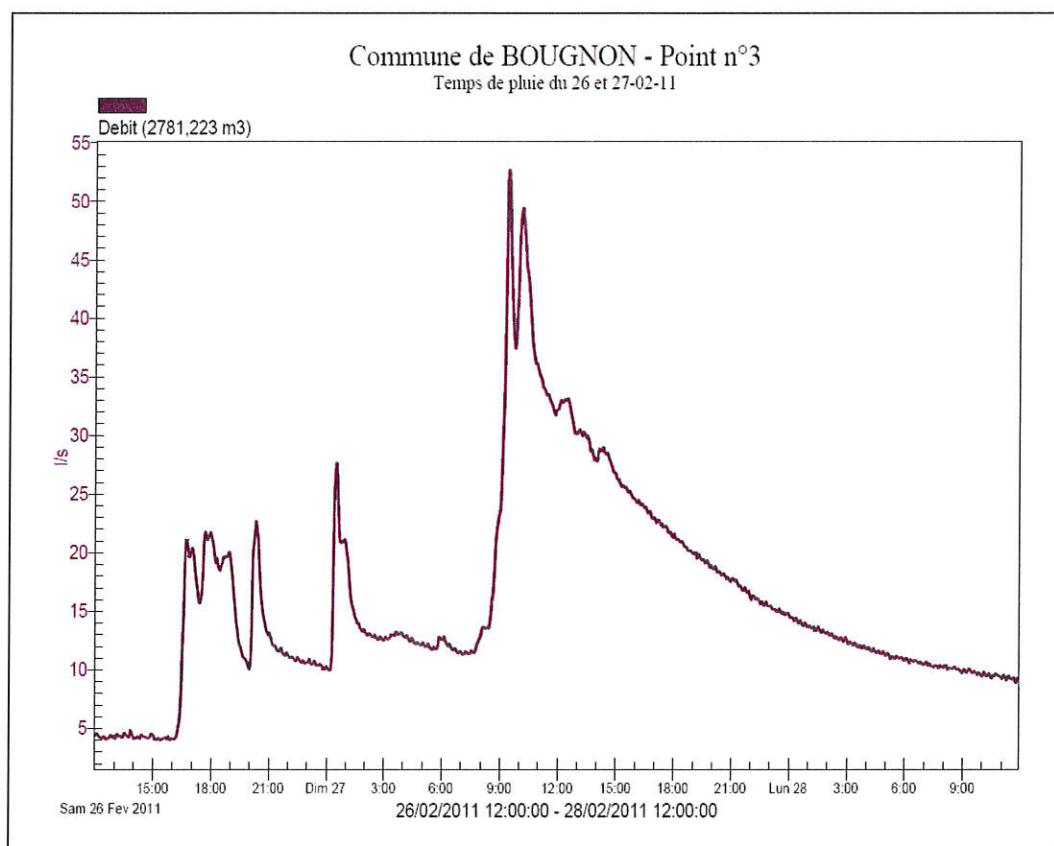
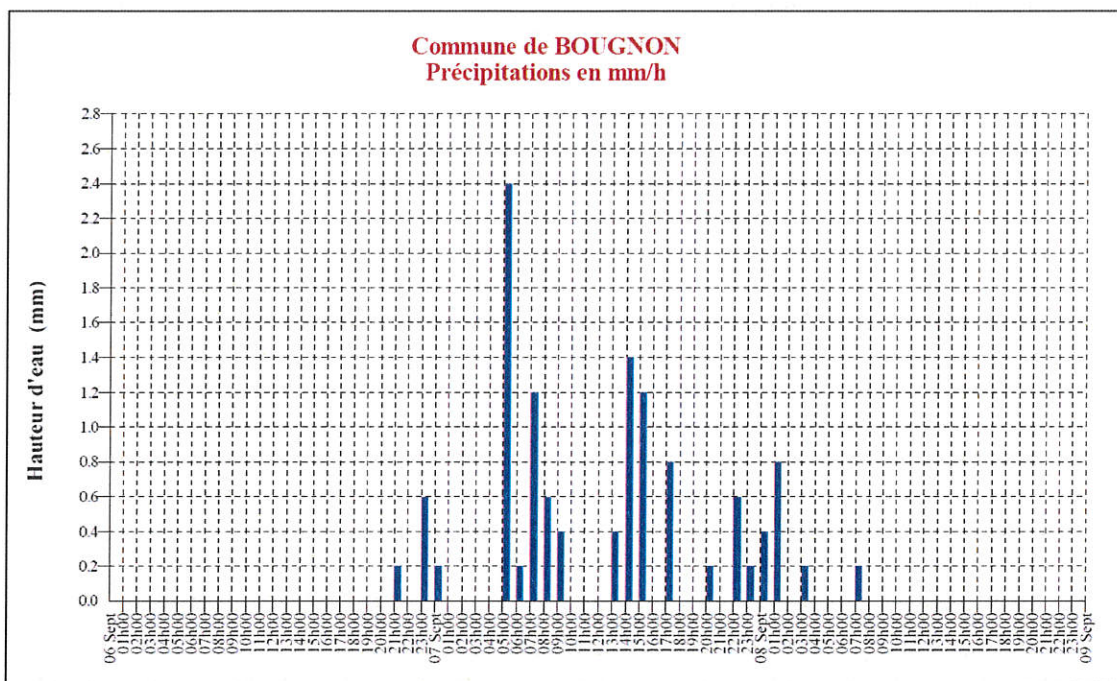
Lors des épisodes pluvieux, on constate que les eaux usées collectées deviennent alors négligeables avec un volume d'eau de pluie très important.

La présence de ces eaux pluviales apparaît cohérente avec les superficies de bassin versant collectées par les réseaux unitaires.

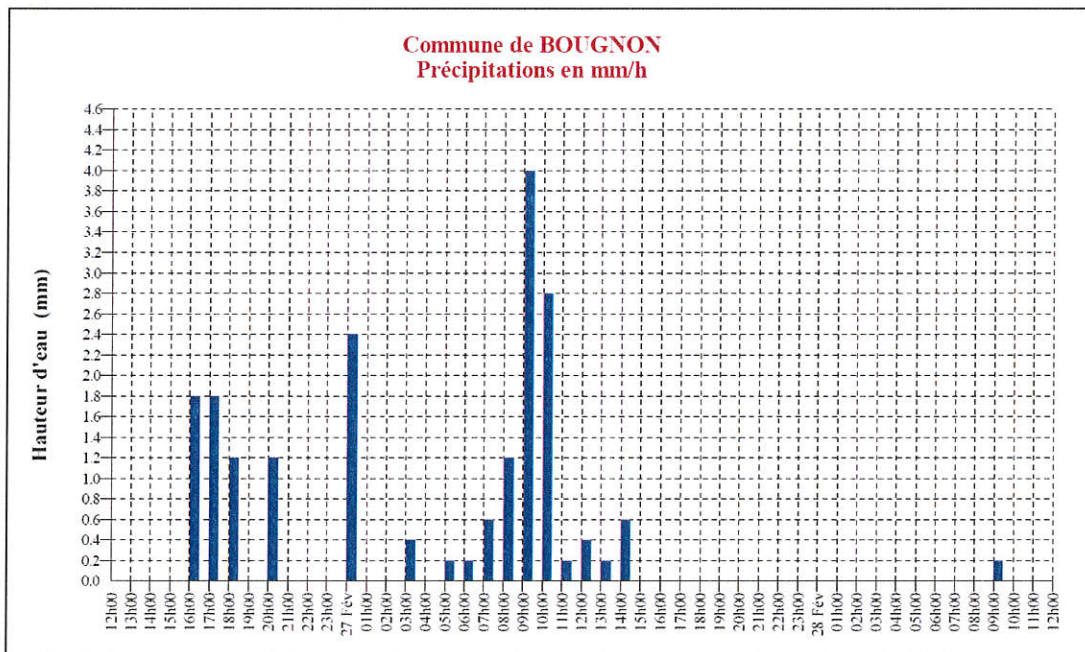
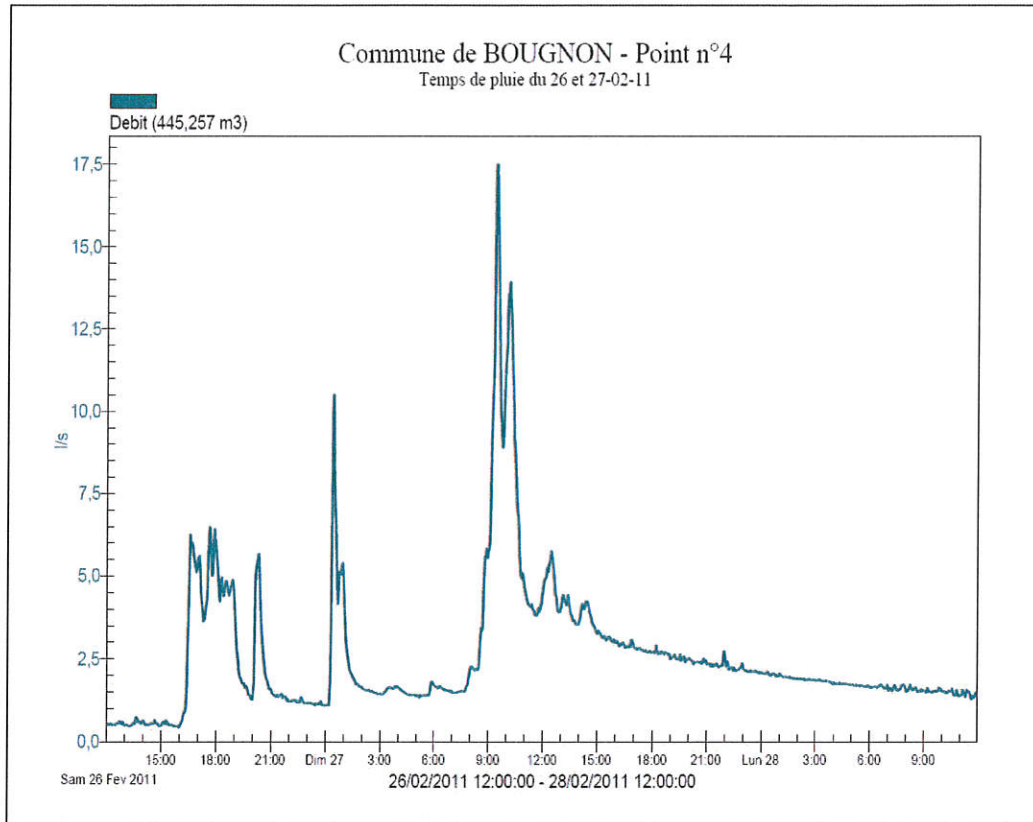
Les graphiques ci-dessous nous montrent la réponse rapide en terme de débits dans les réseaux lors d'évènements pluvieux.

Cette situation contribue également à la dilution des effluents et une surcharge hydraulique des réseaux. Des traces de mise en charge du réseau d'assainissement ont d'ailleurs été observées dans les regards de visite en amont direct du lagunage.









Les temps de ressuyage aux points de mesures 3 et 4 sont relativement lents et démontrent que les eaux claires collectées ne sont pas uniquement issues des surfaces imperméabilisées mais également liées au ressuyage des sols. Ce ressuyage des sols a en moyenne une durée de quelques jours.

## **II.3 – Inspection télévisée des réseaux**

Une inspection caméra des réseaux d'assainissement de la commune de BOUGNON a été réalisée par la société SATER. La campagne d'inspection s'est déroulée sur 9 jours (01-02-09-10-17-22-25-31 mars et 11 avril) et a permis de vérifier le tracé et l'état actuel des réseaux. Au total 3328,70 mètres linéaires de réseaux ont été inspectés.

### **II.3.1 – Présentation des résultats**

Les résultats de l'inspection télévisée ont fait l'objet d'un rapport détaillé comprenant des fiches récapitulatives qui présentent les éléments suivants :

- localisation avec précision des distances,
- informations diverses (dates d'inspection, caractéristiques de la canalisation, longueur de l'ouvrage, diamètres, regards....)
- caractéristiques des éléments singuliers observés et des anomalies détectées.

La lecture de ces fiches permet d'établir un diagnostic de l'état des canalisations. Une synthèse des résultats est présentée en annexe 8 accompagnée d'une carte localisant les anomalies. Un DVD restitue également l'ensemble des tronçons visités et les dysfonctionnements observés.

### **II.3.2 – Analyse des désordres mis en évidence**

L'analyse des inspections télévisées a pour objectif de faire ressortir l'importance des anomalies et leurs conséquences, afin de définir le degré d'urgence lié à la réhabilitation des collecteurs. Cette classification est réalisée selon le critère de gravité. Ces niveaux de gravité induisent des conséquences avec des impacts plus ou moins facilement quantifiables. Les dysfonctionnements relevés sont notés suivants une échelle d'urgence et de gravité :

RISQUE/GRAVITE	EXEMPLES
<b>Gravité 1 : Risque le plus grave</b>	Effondrement total Fontis en surface Arrêt de l'écoulement (risque d'inondation)
<b>Gravité 2 : Risque très important (défaut pouvant évoluer rapidement)</b>	Effondrement partiel Déboîtement ou casse avec arrivée de sable : entraînement de terrain Affaissement de tuyaux avec arrivée de sable Obstruction importante réduisant la capacité d'écoulement Vides de l'encaissant Tout ce qui entraîne des infiltrations de terrain
<b>Gravité 3 : Risque important pouvant évoluer</b>	Fissures, cassures, emboîtement défectueux avec légère infiltration ou sans infiltration Perforations Racines, joints pendants, obstructions Erosion, corrosion (H <sub>2</sub> S ou industrielle) Obstruction partielle : béton, contrepente importante,...
<b>Gravité 4 : Risque potentiel</b>	Fissures apparemment non évolutives Défauts de profil, cunette de regard de visite Joints sortis, branchements pénétrants Petites obstructions : racelles, légers dépôts Infiltration d'eaux parasites (sans entraînement de terrain)
<b>Gravité 5 : Risque modéré</b>	Emboîtement douteux Aménagement de regard de visite Aménagements divers Signes de vétusté générale sans point particulier Poinçonnements Petits défauts de profil Création ou mise à niveau de regards de visite
<b>Gravité 6 : Sans gravité</b>	Défauts de détail apparemment non évolutifs

## **Conclusions**

L'état général des réseaux de la commune est bon à moyen sur l'ensemble du linéaire inspecté. On note des défauts structurels de déformations importants présents ponctuellement (effondrement partiel, épaufrure, fissures, déboîtements affaissement) qui vont engendrer des infiltrations plus ou moins importantes en fonction de la situation du réseau dans le relief et du sol en présence.

De nombreuses infiltrations et traces d'infiltrations ont été repérées en particulier sur les tronçons S2-S3', L3-L5, M2-M3, O10-O6.

Suite à cette investigation, le plan des réseaux d'assainissement a été mis à jour (regards borgnes, cheminement...).

## ***II.4 – Diagnostic de la station d'épuration***

### **II.4.1 – Présentation**

La station a été mise en service en 1994. Le traitement repose sur une filière de type lagunage naturel dimensionné pour 400 EH. Le lagunage naturel repose sur une culture bactérienne principalement de type aérobie. Celle-ci est ensuite séparée par un mécanisme de sédimentation. L'épuration est assurée par un long temps de séjours dans plusieurs bassins en série. Le milieu récepteur de l'unité de traitement est le ruisseau de la Scyotte.

### **II.4.2 – Ouvrages de la station**

#### **II.4.2.1 – Prétraitement**

Les effluents arrivent dans un décanteur sommaire qui permet de séparer les éléments les plus denses qui se déposent (dessablement) et les éléments les plus légers qui flottent (écumage, déshuilage).





**Photographie extérieure du décanteur**

Après l'ouvrage de prétraitement, les effluents transitent par un canal débitmétrique.

#### **II.4.2.2 – Lagunes de traitement**

Les effluents prétraités sont ensuite dirigés vers une série de 3 bassins de traitement. Le premier bassin sert à la dégradation de la charge polluante carbonée. Il produit de ce fait un nombre important d'algues

La première lagune a une surface de 3 000 m<sup>2</sup> et une profondeur de 1,50 mètre.



**Photographie de la première lagune**

Les deux autres bassins servent à l'abattement de l'azote, du phosphore et des algues. Le troisième bassin affine également le traitement et fiabilise le système. Chaque bassin est équipé d'un trop plein rejoignant le ruisseau de la Scyotte.

Les deux lagunes ont chacune une surface de 1 500 m<sup>2</sup> et une profondeur de 1,00 mètre.





**Photographie des deux autres lagunes de traitement  
(à gauche 2<sup>ème</sup> bassin, à droite 3<sup>ème</sup> bassin)**

### **II.4.2.3 – Ouvrage de sortie**

Les effluents après traitement rejoignent un canal débitmétrique avant le rejet dans le ruisseau de la Scyotte en bordure du site de traitement.



**Photographie de l'ouvrage de sortie**

### II.4.3 – Suivi de la station

Le SATESE de la Haute-Saône assure un suivi de la station avec la réalisation d'analyses physico-chimiques en entrée et en sortie du traitement. Les derniers résultats fournis par la commune sont les suivants :

Année	Paramètres physico-chimiques	Entrée station (mg/l)	Sortie station (mg/l)	rendement épuratoire (%)
30/07/2008	pH	7,77	8,56	-
	O <sub>2</sub> dissous	-	-	-
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-	<0,05	-
	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	-	0,183	-
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-	<2,5	-
	DBO <sub>5</sub>	1640	10	99%
	DCO	3428	71	96%
	MEST	2200	99	91%
	N-NTK	-	0,631	-
	Ptotal	-	4,1	-
22/07/2009	pH	-	7,75	-
	O <sub>2</sub> dissous	-	-	-
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-	7	-
	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	-	0,689	-
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-	2,9	-
	DBO <sub>5</sub>	1490	27	96%
	DCO	2940	107	93%
	MEST	1000	59	89%
	N-NTK	-	11	-
	Ptotal	-	1,97	-

Au vu de l'arrêté du 21 juin 1996 et du 22 juin 2007 relatifs à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées, les objectifs de traitement minimum à atteindre sont soit de 60 % sur la DBO<sub>5</sub> et la DCO (concentration maximale de 35 mg/l de DBO<sub>5</sub>) et de 50 % sur les MES.

Au vu des derniers résultats précédents, la station d'épuration de la commune de BOUGNON répond aux performances minimales exigées par la réglementation en vigueur. Les rendements épuratoires sont très bons.

D'après le dernier bilan du SATESE, la station fonctionne convenablement. Les arbres et arbustes présents sur les berges des lagunes ont été arrachés comme il avait été préconisé (vu lors notre visite du 03-08-10).

Il avait été constaté une odeur témoignant une arrivée d'eaux usées dans le bassin d'orage. Les branchements des nouvelles maisons en amont du bassin avaient été demandés d'être contrôlés.



Les remarques que l'on peut émettre suite à la visite de la station sont les suivantes :

- effluent d'aspect verdâtre en sortie
- observation de galeries de ragondin fragilisant les berges des lagunes (mise en place de piège)
- bassin d'orage envahit par les herbes et roseaux

La station de traitement est dimensionnée pour 400 EH alors qu'environ 450 habitants y sont raccordés. La capacité du traitement est donc devenue insuffisante pour la population actuelle et future.

## II – Diagnostic assainissement non collectif

### II.1 – Rappel de la filière règlementaire

L'assainissement non collectif concerne les eaux usées vannes et ménagères. Il sera mis en œuvre pour les immeubles non raccordés à un réseau d'assainissement (voir note technique en annexe 8).

Les trois arrêtés du 7 septembre 2009 fixent les nouvelles dispositions concernant l'assainissement non collectif ; ils remplacent et abrogent le précédent arrêté du 6 mai 1996. Ces nouvelles dispositions :

- fixent les prescriptions techniques applicables aux installations d'assainissement non collectif,
- fixent les modalités de l'exécution de la mission de contrôle des installations d'assainissement non collectif,
- définissent les modalités d'agrément des personnes réalisant les vidanges (transport et élimination des matières extraites).

La principale modification porte sur la définition de la procédure d'agrément des nouveaux dispositifs de traitement, pour favoriser le développement de nouveaux procédés de traitement non agréés à ce jour. La liste de ces dispositifs de traitement ayant reçus l'agrément est disponible sur le site Internet du ministère de l'Ecologie et du Développement Durable :

<http://www.assainissement-non-collectif.developpement-durable.gouv.fr>

Cette modification de la loi permet donc aujourd'hui l'ouverture à un plus large éventail de systèmes de traitements non collectifs, l'adaptation du traitement individuel aux contraintes du site est donc plus aisée.

La mission de contrôle du SPANC est effectuée soit par une vérification de la conception et de l'exécution des installations réalisées ou réhabilitées, soit par un diagnostic de bon fonctionnement et d'entretien pour les autres installations, établissant, si nécessaire, une liste des travaux à effectuer.

Il convient de préciser que des travaux **ne devront être prescrits qu'en cas de risques sanitaires ou environnementaux identifiés**, conformément aux dispositions générales de l'arrêté relatif aux prescriptions techniques.

Les installations d'assainissement non collectif ne doivent pas :

- porter atteinte à la salubrité publique, à la santé publique,
- engendrer de nuisances olfactives,
- présenter de risques de pollution des eaux souterraines ou superficielles ni porter atteinte à la qualité du milieu récepteur,
- porter atteinte à la sécurité des personnes,

Dans le cas contraire le dispositif devra être mis aux normes. La liste des travaux est détaillée dans le rapport de visite avec un ordre de priorité. Le propriétaire a 4 ans pour s'y conformer. Le Maire peut raccourcir ce délai en fonction du degré d'importance du risque.

### Rappel de l'évolution des prescriptions techniques des systèmes d'assainissement non collectif

Evolution réglementaire	Traitements ANC préconisés
Systèmes préconisés avant l'arrêté du 6 mai 1996	*Si épuration et dispersion par le sol : Fosse septique ou installation biologique à boues activées, * Si rejet dans le milieu superficiel : Fosse toutes eaux + lit filtrant drainé ou FTE + filtre bactérien percolateur ou installation biologique à boues activées + lit filtrant drainé, *Si rejet dans un puits : FTE + lit filtrant drainé ou installation biologique à boues activées + lit filtrant drainé,
Systèmes préconisés après l'arrêté du 6 mai 1996	*Prétraitement : -fosse toutes eaux -épuration biologique à boues activées *Traitement : -tranchées filtrantes -lits d'épandage à faible profondeur -filtres à sable (vertical, horizontal, en tertre, drainé ou non) -lits filtrants compact avec massif de zéolite
Systèmes préconisés après l'arrêté du 7 septembre 2009	*L'ensemble des systèmes préconisés par l'arrêté du 6 mai 1996  *Ouverture à tous nouveaux procédés ayant répondu aux modalités d'agrément définies dans l'arrêté, une évaluation simplifiée est mise en place pour les dispositifs de traitement marqués CE ou déjà légalement fabriqués et commercialisés dans un autre état membre de l'Union Européenne,

Les systèmes d'assainissement autonome d'une capacité de traitement supérieure à 20 EH (>20 Equivalents Habitants, soit > à 1,2 kg/j de DBO<sub>5</sub>) relèvent de l'arrêté du 22 juin 2007. Ces systèmes sont contrôlés par les Services de l'Etat.



## **II.2 – Contraintes d'habitats**

Une reconnaissance extérieure des logements actuellement non raccordés au réseau d'assainissement de la commune a été réalisée afin d'évaluer les contraintes d'habitat pour déterminer la faisabilité d'un système d'assainissement autonome à savoir :

- identification des besoins
- superficies et disposition des parcelles
- pentes, obstacles topographiques
- accessibilité
- présences d'exutoires lorsque cela est nécessaire
- contraintes particulières : périmètres de protection de captages ou captages, zones inondables, présence d'une nappe, sensibilité du milieu ...

La carte des « contraintes d'habitats » des maisons est fournie en annexe 9, trois niveaux de contraintes ont été définis :

- **les logements sans contraintes particulières (vert),**
- **les logements avec contraintes mais avec recours éventuel à des filières spécifiques (jaune),**
- **les logements avec un fort taux de contraintes ne pouvant être assainis à la parcelle (rouge),**

## **II.3 – Aptitudes des sols à l'assainissement autonome**

### **II.3.1 – Généralités**

L'analyse des caractéristiques générales du milieu physique (géologie, position dans le relief, zones humides et/ou inondables...) et la campagne de sondages pédologiques (tarière à main) réalisée sur le secteur d'étude permettent d'aborder les aspects liés à l'aptitude des sols à l'assainissement autonome. Des tests de perméabilité par la méthode Porchet ont également été réalisés, afin de mesurer et de juger plus précisément la capacité épuratoire des sols et de la possibilité d'infiltrer (texture => porosité => perméabilité => aération, oxygénation du sol => épuration et infiltration).

L'aptitude d'un site à l'assainissement autonome, c'est à dire sa capacité à l'épuration et à la dispersion des eaux usées au sein du sol en place, est synthétisé sous forme d'un indice S.E.R.P, qui affectera chaque zone homogène du périmètre d'étude :

- le Sol codé « S » : Texture, structure, couleur, drainage interne, perméabilité
- l'Eau codé en « E » : Hydromorphie, proximité de la nappe (pérenne ou temporaire), venue de sources, risques d'inondations
- la Roche codé en « R » : profondeur du substrat rocheux ou graveleux
- la Pente codé en « P » : ratio de pente naturelle.

Chaque critère S.E.R.P est noté conventionnellement 1 (favorable) 2 (moyennement favorable) ou 3 (défavorable), ce qui permet d'affecter à un site un code pouvant varier selon plusieurs combinaisons de 1.1.1.1 dans le meilleur des cas, à 3.3.3.3 pour le plus mauvais.

Notation	S pour SOL	E pour EAU	R pour ROCHE	P pour PENTE
1	K = perméabilité 30 < K < 300 mm/h	Hydromorphie > 80 cm	Roche perméable et non aquifère ou Roche dure et imperméable >70 cm	P < 5%
2	15 < K < 30 mm/h ou 300 < K < 500 mm/h	Hydromorphie > 60 cm	Roche dure ou imperméable dès 50 cm ou Roche fracturée et aquifère > 100 cm	5% < P < 10%
3	K < 15 mm/h ou K > 500 mm/h	0 cm < Hydromorphie < 60 cm	Roche dure ou imperméable < 50 cm ou Roche très fissurée, perméable et aquifère < 100 cm	P > 10%

Pour chaque secteur pédologique homogène correspondra un type de procédé d'épuration. L'ensemble des combinaisons possibles est simplifié et réparti en 4 classes d'aptitudes des sites à l'épuration et à l'infiltration des eaux usées.

**Classe 1 :** Sols très favorables, sans restriction, permettant une épuration et infiltration en sol naturel.

**Classe 2 :** Sols favorables avec quelques contraintes permettant l'épuration et l'infiltration dans le sol naturel avec quelques aménagements.

**Classe 3 :** Sols médiocres souvent hydromorphes et très peu perméables, ne permettant ni l'épuration, ni la dispersion des effluents et nécessitant la mise en place de sols reconstitués.

**Classe 4 :** Sols défavorables, où la présence d'une nappe superficielle, de roche affleurante ou d'une zone inondable rendent difficile voir impossible dans certains cas, la mise en place d'un assainissement individuel.

### II.3.2 – Synthèse pédologique

Une carte d'aptitude des sols, simple d'approche et de lecture, est présentée en annexe 10. Ce document visualise les différentes unités pédologiques rencontrées sur le site, et en couleur les classes d'aptitude de sols déterminées à l'aide de la méthode précédemment décrites. Les emplacements des points de sondages figurent sur cette carte.



Les sondages ont donc portés sur l'ensemble des habitations non raccordées au réseau d'assainissement de la commune. Le résumé de ces sondages est présenté ci-dessous.

N° de test	Profondeur	Texture	Substrat	Hydromorphie	Perméabilité	Aptitude des sols (S.E.R.P)	Système à mettre en place
1	1,10 m	Argileux	Hettangien – Sinémurien (calcaires bleus)	Moyenne	6 mm/h	3.2.1.1	Lit filtrant drainé à flux vertical étanché
2	1,10 m	Argilo limoneux	Bajocien inférieur	Aucune	8 mm/h	3.1.1.1	Lit filtrant drainé à flux vertical
3	1,10 m	Argileux	Limons des plateaux	Forte	12 mm/h	3.3.1.1	Lit filtrant drainé à flux vertical en tertre
4	1,10 m	Argileux	Limons des plateaux	Forte	7 mm/h	3.3.1.1	Lit filtrant drainé à flux vertical en tertre
5	1,10 m	Argileux	Hettangien – Sinémurien (calcaires bleus)	Aucune	8,5 mm/h	3.1.1.1	Lit filtrant drainé à flux vertical

#### Légende pédologique :

A : argileux A>a

L : limoneux L>l

S : sableux S>s

(L'ordre des abréviations va de la texture dominante vers la moins présente).

< 2 µm	2 µm – 50 µm	50 µm- 2 mm	> 2 mm
Argiles	Limons	Sables	Cailloux et graviers

#### Secteur rue de la craie : Code SERP 3111

Le sol présente les caractéristiques suivantes :

0-30 cm : sol brun homogène relativement compact. Terrain composé de limons argileux dépourvus d'hydromorphie et d'éléments minéraux.

30-80 cm : sol brun compact et collant. Horizon à texture argilo limoneuse présentant quelques éléments minéraux et tâches d'hydromorphie.

80-110 cm : sol de couleur orangé très compact et collant. Terrain argileux marqué par la présence d'hydromorphie.

La perméabilité, estimée à 6 mm/h est mauvaise.

<b>Filière d'assainissement préconisée</b>
Lit filtrant drainé à flux vertical étanché



**Secteur Rue du Moulin : Code SERP 3311**

Le sol présente les caractéristiques suivantes :

*0-30 cm* : sol brun gris relativement collant. Terrains à texture argilo limoneuse dépourvus d'hydromorphie et d'éléments minéraux.

*30-110 cm* : sol brun gris collant et compact. Horizon argileux marqué par la présence de tâches d'oxydation signalant le niveau de remontée de la nappe.

La perméabilité moyenne, estimée à 9 mm/h est mauvaise.

<b>Filière d'assainissement préconisée</b>
Lit filtrant drainé à flux vertical en terre

**Secteur Ferme de Vaurenaud : Code SERP 3111**

Le sol présente les caractéristiques suivantes :

*0-50 cm* : sol brun moyen homogène. Terrain composé de limons argileux dépourvus d'hydromorphie et d'éléments minéraux.

*50-110 cm* : sol brun moyen, peu collant et compact. Terrain à texture argilo limoneuse dépourvu d'hydromorphie.

La perméabilité, estimée à 8 mm/h est mauvaise.

<b>Filière d'assainissement préconisée</b>
Lit filtrant drainé à flux vertical

**Secteur Ferme de Chansereaux : Code SERP 3111**

Le sol présente les caractéristiques suivantes :

*0-30 cm* : sol brun foncé, homogène. Horizon à texture argilo limoneuse dépourvu d'hydromorphie et d'éléments minéraux.

*30-110 cm* : sol brun clair, compact et collant. Terrain à texture argileuse présentant quelques éléments minéraux. Horizon dépourvu d'hydromorphie.

La perméabilité, estimée à 8,5 mm/h est mauvaise.

<b>Filière d'assainissement préconisée</b>
Lit filtrant drainé à flux vertical

### **II.3.3 – Conclusion**

Aucun sol ne présente simultanément les caractéristiques de texture et de perméabilité nécessaires pour l'installation d'un traitement « classique » par tranchées filtrantes ou épandage directement sur le sol en place. La perméabilité n'est pas suffisante pour évacuer les eaux par infiltration après traitement. Cela suppose que chaque propriétaire soit en mesure d'évacuer ses eaux dans les limites de sa propriété.

En comparant la cartographie des contraintes d'habitat avec celle de l'aptitude des sols à l'assainissement autonome, on constate que l'ensemble des habitations actuellement non raccordées au réseau d'assainissement a la possibilité technique à réaliser un assainissement autonome.

### **II.4 – Enquêtes porte à porte**

Des enquêtes porte à porte ont été réalisées sur les logements non raccordés au réseau d'assainissement de la commune (voir cartes de localisation dans le rapport annexe), afin d'établir d'une part un état des lieux des équipements existants et d'autre part de proposer un assainissement individuel adapté aux contraintes rencontrées sur chaque parcelle.

Pour ce faire, l'ensemble des ouvrages ont été inspectés, localisés (fosses, tuyaux, sortie EU et EP...), les regards accessibles ont été visités afin de recenser l'ensemble des équipements (fosse septique, fosse toutes eaux, bacs à graisses, regard...) et de reconstituer le cheminement des réseaux (EU et EP), ainsi que leurs exutoires.

Puis, un chiffrage sommaire est également proposé lorsqu'une mise aux normes s'avère nécessaire. Le système de traitement préconisé découle des observations précédentes : nature pédologique des sols, et contraintes d'habitat sur chaque parcelle.

Les résultats des contrôles font l'objet de fiches détaillées jointes dans le rapport annexe.

## III – Gestion des eaux pluviales

### III.1 – Contexte de l'étude

Des problèmes d'accumulation d'eau en cas d'épisodes pluvieux importants se posent sur la commune de BOUGNON, preuve d'un problème de collecte des eaux pluviales ou d'un manque de capacité hydraulique de la part du réseau unitaire dans les conditions actuelles.

La commune nous a signalé un secteur de débordements fréquents des réseaux sur la commune. Il s'agit des collecteurs situés traversant les terrains privés sur la rue d'Auxon jusqu'à l'intersection de ceux de la rue de Froterie.

### III.2 – Objectif de l'étude

L'objectif est de simuler les conséquences du ruissellement des eaux pluviales pour différentes pluies de projet, afin de contrôler le dimensionnement des réseaux dans la situation actuelle et future.

### III.3 – Rappel réglementaire

#### Niveau de protection dans le dimensionnement des réseaux :

Tous les ouvrages d'infiltration, de retenue, de régulation ou de transport sont dimensionnés pour une certaine pluie et sont donc insuffisants au-delà de certains événements pluvieux dont on a déterminé la fréquence.

La norme européenne NF EN 752-2, relative aux réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments, propose en son article 6 des prescriptions de performances à atteindre, notamment en terme de fréquences d'inondation :

<i>Lieu</i>	<i>Fréquence d'inondation</i>
Zones rurales	1 tous les 10 ans
Zones résidentielles	1 tous les 20 ans
Centres-villes Zones résidentielles ou commerciales -risque d'inondation vérifiée -risque d'inondation non vérifié	1 tous les 30 ans
Passages souterrains routiers ou ferrés.	1 tous les 50 ans

### III.4 – Méthodologie de la modélisation

#### II.4.1 –Etat des lieux

Dans un premier temps, des investigations de terrains (levé topographique essentiellement) ont été nécessaires afin d'apprécier la nature des sous bassins versants et d'acquérir les données nécessaires aux calculs hydrauliques (repérages du type de surfaces concernée, surfaces imperméabilisées, calcul des pentes, connaissance des réseaux superficiels ou souterrains...).

Ainsi, le découpage du secteur d'étude en bassins et sous bassins pluviaux a pu être établi avec les zones imperméabilisées correspondantes (plan en annexe 11).

Ensuite les débits collectés sont calculés selon la **méthode de l'instruction technique ministérielle de 1977 (n°77-284)**. Les calculs ont été réalisés pour plusieurs pluies projet (1 an, 2 ans, 5 ans, 10 ans, 20 ans et 100 ans) aux principaux nœuds du réseau.

Les pluies sont calculées à partir de la formule de CAQUOT, les pentes des réseaux, fossés et ruisseaux à partir des levés topographiques réalisés.

En prenant le débit maximum admissible par le réseau, on peut ainsi observer le fonctionnement du réseau pour plusieurs pluies projet et repérer les secteurs où la capacité hydraulique du réseau devient insuffisante.

#### II.4.2 –Méthode de calcul des débits pluviaux

Les débits d'eaux pluviales des bassins versants urbanisés découlent des formules superficielles suivantes :

Périodes de retour $T = 1/F$	Paramètres		Formules superficielles en $m^3/s$ $Q =$
	a (F)	b (F)	
Station de BELFORT Pluie 6 à 360 min			
10 ans	4,9	-0,58	$1,133 \times I^{0,29} \times C^{1,20} \times A^{0,79}$
5 ans	3,9	-0,59	$0,868 \times I^{0,29} \times C^{1,20} \times A^{0,78}$
2 ans	2,9	-0,61	$0,616 \times I^{0,30} \times C^{1,21} \times A^{0,78}$
1 an	2,3	-0,64	$0,473 \times I^{0,32} \times C^{1,23} \times A^{0,77}$

Signification des paramètres :

*A*, surface du bassin versant en hectares

*C*, coefficient de ruissellement,

*I*, « pente moyenne » du bassin versant en mètre par mètre

*a(F)* et *b(F)*, des paramètres fonction de l'intensité maximale de la pluie

Les formules superficielles sont fonction de la pluviométrie. Pour cette étude, ce sont les coefficients de Montana de la station météo de BELFORT qui ont été appliqués. La proximité de cette station permet d'obtenir des résultats plus proches de la réalité en comparaison au trois grandes régions pluviométriques définies dans l'instruction technique.



A défaut de statistiques climatiques suffisamment complètes pour apprécier valablement l'intensité des précipitations tout à fait exceptionnelles, on pourra obtenir le cas échéant un ordre de grandeur du débit correspondant à une période de retour d'insuffisance supérieure à dix ans en multipliant le débit « Q » de la période de retour égale à dix par un facteur « f » dont les valeurs sont les suivantes :

- f = 1,25 pour T = 20 ans,
- f = 2 pour T = 100 ans,

### Evaluation des différents paramètres :

#### - La pente

Pour un bassin urbanisé dont le plus long cheminement hydraulique « L » est constitué de tronçons successifs « L<sub>K</sub> » de pente sensiblement constante « I<sub>K</sub> », l'expression de la pente moyenne qui intègre le temps d'écoulement le long du cheminement le plus hydrauliquement éloigné de l'exutoire (ou temps de concentration) est la suivante :

$$I = \left( \frac{L}{\sum \frac{L_K}{\sqrt{I_K}}} \right)^2$$

#### - Coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement « C » sera pris égal au taux d'imperméabilisation. Si « A » est la surface totale du bassin versant, « A' » la superficie de surface revêtue :

$$C = \frac{A}{A'} \text{ avec } C \geq 0,2$$

car, en zone urbanisée, la surface de la voirie et des aires de service représente à elle seule environ 20 p. 100 de la superficie de cette zone.

Pour les bassins versants non urbanisés, les coefficients de ruissellement seront évalués suivant le type de surface et la pente du terrain. Le tableau suivant répertorie les différents coefficients :

Nature de la surface	Coefficient de ruissellement
<i>Surface imperméabilisée</i>	C = 0,90
<i>Forêt</i>	C = 0,10
<i>Prairie</i>	C = 0,15
<i>Quartier résidentiel</i>	0,45 ≤ C ≤ 0,50

Dans le cas de cette étude, la surface des bassins versants naturels est imperméable puisque le substratum est composé essentiellement d'argiles.

### - Allongement d'un bassin et coefficient correcteur

L'allongement « M » est défini comme étant le rapport du plus long cheminement hydraulique « L » au côté du carré de surface équivalente à la superficie du, bassin considéré; son expression est la suivante :

$$M = \frac{L}{\sqrt{A}} \geq 0,8$$

Lorsqu'il apparaîtra utile de rechercher une grande approximation dans l'évaluation des débits, par exemple en vue de déterminer les caractéristiques d'un ouvrage important ou lorsqu'on aura affaire à un bassin de forme très ramassée ou au contraire de forme très allongée, on pourra, après avoir déterminé l'allongement « M » correspondant, corriger le débit calculé en le multipliant par un coefficient d'influence « m » traduisant quantitativement le fait que, pour une même surface « A », le débit varie à l'inverse de l'allongement « M » du dit bassin.

Le coefficient « m » sera calculé de la manière suivante :

$$m = (M / 2)^u$$

Avec  $u = 0,84 \times b(F) / [1 + 0,287 \times b(F)]$

### - Paramètres équivalents d'un groupement de bassins

La formule superficielle développée ci avant est valable pour un bassin de caractéristiques physiques homogènes. L'application du modèle à un groupement de sous-bassins hétérogènes de paramètres individuels  $A_j$ ,  $C_j$ ,  $I_j$ ,  $L_j$  (longueur du drain principal),  $Q_{pj}$  (débit de pointe du bassin considéré seul), nécessite l'emploi de formules d'équivalence pour les paramètres « A, C, I et M » du groupement.

Ces formules qui diffèrent selon que les bassins constituant le groupement sont en « série » ou en « parallèle » sont exprimées ci-après :

Paramètres équivalents	$A_{eq}$	$C_{eq}$	$I_{eq}$	$M_{eq}$
Bassins en série	$\sum A_j$	$\frac{\sum C_j A_j}{\sum A_j}$	$\left( \frac{\sum L_j}{\sum \frac{L_j}{\sqrt{I_j}}} \right)^2$	$\frac{\sum L_j}{\sqrt{\sum A_j}}$
Bassins en parallèle	$\sum A_j$	$\frac{\sum C_j A_j}{\sum A_j}$	$\frac{\sum I_j Q_{pj}}{\sum Q_{pj}}$	$\frac{L(Q_{pj} Max)}{\sqrt{\sum A_j}}$

Si l'évaluation des paramètres d'équivalence d'un groupement de bassins ne pose pas de problème dans le principe, il n'en va pas de même pour le calcul de l'allongement de bassins en « parallèle ». En respectant la hiérarchie des débits maximum pour un groupement de bassins en « parallèle » sur

un exutoire commun (bassins de surface A 1, A 2,... de plus longs parcours en temps d'écoulement L 1, L 2,... et de débits de pointe individuels Qp 1, Qp 2, ... ) on calculera l'allongement équivalent du dit groupement en prenant pour longueur équivalente du plus long parcours celle du bassin ayant le plus fort débit de pointe individuel L (Qpj MAX).

### II.4.3 – Méthode de calcul du débit maximum admissible par le réseau

Une fois les débits pluviaux calculés pour chaque secteur, ces derniers sont comparés au débit maximum admissible du réseau.

Les débits maximum admissibles par le réseau de chaque secteur sont évalués à partir de la formule empirique de Chézy et Manning-Strickler suivante :

$$Q = C \cdot \Omega \cdot \sqrt{(R \cdot i)}$$

Avec

$$C = K \cdot R^{(1/6)}, \text{ le coefficient de Chézy}$$

K : coefficient de Manning Strickler (en  $m^{1/3} s^{-1}$ )

R : le rayon hydraulique :  $R = X / \Omega$  (X le périmètre mouillé en mètre et  $\Omega$  la section mouillée en mètre carrée)

I : la pente du canal (m/m)

### III.5 – Résultats

La cartographie du découpage des bassins versants est jointe en annexe 11.

#### Débits des bassins élémentaires :

Numéro	Retour	A ha	I %	C	Qb l/s	M	m	Qc l/s
bEP1	10	9,845	0,8	0,25	320,481	1,357	1,171	375,168
bEP2	10	8,761	1,5	0,2	272,844	2,067	0,987	269,217
bEP3	10	6,026	1	0,38	388,244	1,793	1,045	405,85
bEP4	10	0,456	1,8	0,42	66,873	1,138	1,257	84,066
bEP1	5	9,845	0,8	0,25	239,971	1,357	1,174	281,684
bEP3	5	8,761	1,5	0,2	204,541	2,067	0,986	201,775
bEP2	5	6,026	1	0,38	292,142	1,793	1,046	305,624
bEP4	5	0,456	1,8	0,42	51,636	1,138	1,262	65,168
bEP1	2	9,845	0,8	0,25	160,079	1,357	1,18	188,928
bEP3	2	8,761	1,5	0,2	136,982	2,067	0,986	135,067
bEP2	2	6,026	1	0,38	196,157	1,793	1,048	205,523
bEP4	2	0,456	1,8	0,42	34,892	1,138	1,272	44,385
bEP1	1	9,845	0,8	0,25	106,147	1,357	1,19	126,302
bEP3	1	8,761	1,5	0,2	91,656	2,067	0,985	90,313
bEP2	1	6,026	1	0,38	132,428	1,793	1,05	139,07
bEP4	1	0,456	1,8	0,42	24,483	1,138	1,287	31,514

**Débits des assemblages de bassins :**

Assemblage	Retour	A ha	I %	C	Qb l/s	M	m	Qc l/s	N° Assemblage
bEP1 -- bEP2	100	18,606	1,2	0,23	*	*	*	971,386	A1
bEP3 // A1	100	24,632	1,1	0,26	*	*	*	1522,95	A2
A2 -- bEP4	100	25,088	1,2	0,27	*	*	*	1559,006	
bEP1 -- bEP2	20	18,606	1,2	0,23	*	*	*	607,11625	A1
bEP3 // A1	20	24,632	1,1	0,26	*	*	*	951,84375	A2
A2 -- bEP4	20	25,088	1,2	0,27	*	*	*	974,37875	
bEP1 -- bEP2	10	18,606	1,2	0,23	523,477	2,405	0,928	485,693	A1
bEP3 // A1	10	24,632	1,1	0,26	775,278	2,09	0,982	761,475	A2
A2 -- bEP4	10	25,088	1,2	0,27	813,964	2,225	0,958	779,503	
bEP1 -- bEP2	5	18,606	1,2	0,23	389,485	2,405	0,927	360,906	A1
bEP3 // A1	5	24,632	1,1	0,26	575,161	2,09	0,982	564,746	A2
A2 -- bEP4	5	25,088	1,2	0,27	603,81	2,225	0,957	577,816	
bEP1 -- bEP2	2	18,606	1,2	0,23	260,438	2,405	0,924	240,705	A1
bEP3 // A1	2	24,632	1,1	0,26	384,981	2,09	0,981	377,776	A2
A2 -- bEP4	2	25,088	1,2	0,27	404,524	2,225	0,956	386,532	
bEP1 -- bEP2	1	18,606	1,2	0,23	172,422	2,405	0,921	158,741	A1
bEP3 // A1	1	24,632	1,1	0,26	254,65	2,09	0,98	249,652	A2
A2 -- bEP4	1	25,088	1,2	0,27	268,038	2,225	0,953	255,544	

*\*Q 20 et Q100 sont calculés respectivement suivant les ratios  $f=1,25$  et  $f=2$  conformément aux préconisations de l'instruction technique*

**Légende :**

*A : Surface du bassin*

*I : Pente moyenne*

*Qb : Débit brut*

*M : Allongement*

*m : Coefficient d'influence*

*Qc : Débit corrigé*



**Dimensionnement théorique des réseaux :**

Il est donc proposé à titre d'exemple les dimensionnements des réseaux au niveau des problèmes d'écoulements recensés par la commune. Le calcul a été réalisé sur la base d'une pluie projet de période de retour 1 an, 2 ans, 5 ans et 10 ans.

Tronçon	Ø théorique mm	K Manning	Type	Ø Ref mm	I %	Qc l/s	Q de Réf	Vps m/s	Qps l/s	VE m/s
<i>Période de retour 10 ans</i>										
R2-R3	<b>498</b>	85	135A	400	1,2	375,168	bEP1	2	254,632	2
R3-R4	<b>476</b>	85	135A	400	2,6	485,693	bEP1 -- bEP2	3	371,448	3
R4-R5	<b>566</b>	85	135A	500	2,5	761,475	bEP3 // A1	3,4	665,082	3,4
R5-R6	<b>989</b>	85	135A	500	0,1	779,503	A2 -- bEP4	0,8	153,911	0,8
<i>Période de retour 5 ans</i>										
R2-R3	<b>447</b>	85	135A	400	1,2	281,684	bEP1	2	254,632	2
R3-R4	<b>426</b>	85	135A	400	2,6	360,906	bEP1 -- bEP2	3	371,448	3,4
R4-R5	<b>506</b>	85	135A	500	2,5	564,746	bEP3 // A1	3,4	665,082	3,8
R5-R6	<b>884</b>	85	135A	500	0,1	577,816	A2 -- bEP4	0,8	153,911	0,8
<i>Période de retour 2 ans</i>										
R2-R3	385	85	135A	400	1,2	188,928	bEP1	2	254,632	2,2
R3-R4	366	85	135A	400	2,6	240,705	bEP1 -- bEP2	3	371,448	3,1
R4-R5	<b>436</b>	85	135A	500	2,5	377,776	bEP3 // A1	3,4	665,082	3,5
R5-R6	<b>760</b>	85	135A	500	0,1	386,532	A2 -- bEP4	0,8	153,911	0,8
<i>Période de retour 1 an</i>										
R2-R3	331	85	135A	400	1,2	126,302	bEP1	2	254,632	2
R3-R4	313	85	135A	400	2,6	158,741	bEP1 -- bEP2	3	371,448	2,8
R4-R5	373	85	135A	500	2,5	249,652	bEP3 // A1	3,4	665,082	3,1
R5-R6	<b>651</b>	85	135A	500	0,1	255,544	A2 -- bEP4	0,8	153,911	0,8

**Légende :***I : Pente de la canalisation**Qc : Débit de référence**Vps : Vitesse pleine section**Qps : Débit pleine section (taux de remplissage de 100%)**VE : Vitesse effective**Ø Ref mm : diamètre du collecteur actuel***Conclusion :**

Les calculs confirment les indications fournies par la Mairie puisque l'on peut constater que les points critiques de débordement du réseau se situent au niveau de la rue d'Auxon.

En effet, les réseaux (Ø 500 mm) de la rue (tronçons R4-R5) n'ont pas les capacités suffisantes pour évacuer une pluie de retour 2 ans alors qu'en zone rurale la norme préconise que les ouvrages de transport soient dimensionnés pour évacuer une pluie de retour 10 ans.

Ce secteur de la commune est relativement plat et limite la pente des réseaux malgré les diamètres conséquents.

Lors d'évènements pluvieux significatifs (durée de pluie de retour supérieur à 1 an), le réseau est donc saturé. Par conséquent, le débit excédentaire inonde les maisons riveraines.

Une étude est actuellement en cours (création de bassin de rétention, augmentation des diamètres des collecteurs) afin de réduire les fréquences d'inondations.